

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL. FACULTÉ DE SCIENCES

INSTITUT DE ZOOLOGIE — PROF. D^r O. FUHRMANN.

Étude Anatomique
du
Corydoras Paleatus
Jennyns

THÈSE

*présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel
pour l'obtention du grade de Docteur-ès-Sciences*

PAR

José A. GALLARDO-DÍAZ

B. Sc., A. M., M. D.

de Puerto Rico

PARIS
LIBRAIRIE LIPSCHUTZ
4, PLACE DE L'ODÉON

1938

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL. FACULTÉ DE SCIENCES

INSTITUT DE ZOOLOGIE — PROF. D^r O. FUHRMANN.

Étude Anatomique
du
Corydoras Paleatus
Jennyns

THÈSE

*présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel
pour l'obtention du grade de Docteur-ès-Sciences*

PAR

José A. GALLARDO-DÍAZ

B. Sc., A. M., M. D.

de Puerto Rico

PARIS
LIBRAIRIE LIPSCHUTZ
4, PLACE DE L'ODÉON

1938

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

FACULTÉ DES SCIENCES

La Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel, sur le rapport de M. le professeur FUHRMANN, autorise l'impression de la présente thèse, sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont contenues.

Le Doyen :

E. ARGAND.

Neuchâtel, juin 1938.



A MI PADRE

A LA MEMORIA DE MI MADRE



TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE I. — Morphologie externe	11
CHAPITRE II. — La peau	15
CHAPITRE III. — Glandes à venin	27
CHAPITRE IV. — Plaques dermiques	31
CHAPITRE V. — Ligne latérale	34
CHAPITRE VI. — Vessie natatoire	37
CHAPITRE VII. — Appareil de Weber	49
CHAPITRE VIII. — Cerveau	60
CHAPITRE IX. — Appareil digestif	77
CHAPITRE X. — Appareil respiratoire	81
LISTE DES ABRÉVIATIONS	88
BIBLIOGRAPHIE	90



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555012_0040

INTRODUCTION

Corydoras paleatus, le Silure qui fait l'objet de la présente étude fut « décrit par Jennyns en 1842, et importé vivant pour la première fois, en 1876, par le Français CARBONNIER. Sept spécimens parvinrent ainsi à Paris. Pendant le voyage de Buenos-Ayres à Paris, ils donnèrent des preuves évidentes de leur robustesse qui est presque incroyable. Pour une raison ou pour une autre, l'eau du bidon dans lequel on les avait transportés, se mit à fuir et les sept petits *Corydoras* furent forcés d'accomplir à sec, et sans être le moins du monde incommodés, les six dernières heures de leur long voyage ». (F. H. STOEY, *Aquarium*, Novembre 1934).

Ils sont inoffensifs, ne combattent jamais, pas même entre mâles rivaux; ils ne s'attaquent ni à leurs petits, ni à leur œufs; on en peut mettre plusieurs dans un petit aquarium sans qu'ils se nuisent les uns aux autres. Ils sont d'importants facteurs d'hygiène; habitants du fond de l'eau, ils recherchent les bribes de nourriture que les autres poissons ont délaissées et qui, d'habitude, souillent l'eau; ils vont même jusqu'à manger des corps morts; feuilles, daphnies et mollusques. Les *Corydoras* vivent normalement dans les eaux du Sud-Est du Brésil ainsi que dans les affluents

du Rio de la Plata; ils supportent facilement des températures variant de 13 à 29 degrés centigrades. Presque tous les amateurs les élèvent à cause de leurs particularités et du grand contraste qu'ils présentent avec les autres espèces maintenues communément en aquarium.

Le professeur FUHRMANN élève, depuis quelques années des *Corydoras* dans les aquariums de l'Institut de Zoologie. A son instigation et sous sa direction, nous avons fait de nombreuses séries de coupes de spécimens âgés d'un jour à plus de 5 mois. C'est avec ce matériel que nous avons pu faire plusieurs observations intéressantes qui font l'objet de ce travail.

Nous saisissons cette occasion pour remercier tout spécialement le professeur FUHRMANN qui nous a proposé cette étude et qui nous a permis de la poursuivre sous sa bienveillante direction. Nos remerciements s'adressent également à M. Jean G. BAER, Docteur-ès-sciences, dont les conseils nous furent très utiles en maintes occasions.

Ce travail n'a certes pas la prétention d'être complet; nous avons envisagé ici les résultats les plus importants et les plus intéressants. La liste bibliographique comprend les principales publications relatives à ce travail.

CHAPITRE I.

MORPHOLOGIE EXTERNE (Fig. 1).

Le *Corydoras paleatus* Jennyns est l'un des plus petits poissons du genre *Corydoras*. Son corps est court et replet; sa longueur totale dépasse de peu sa hauteur; le dos est bombé, le ventre plat. La partie supérieure du museau est de contour arrondi. La tête est légèrement comprimée latéralement, la fontanelle est allongée et l'occipital s'amincit graduellement pour se terminer en pointe. Les barbillons maxillaires se trouvent à la hauteur du milieu de l'œil; à la partie inférieure de la bouche, pendent deux courts filaments dont la longueur est égale à la moitié de celle des barbillons. La couleur du Poisson est claire, vert olive; des marbrures brunes s'étendent sur son corps produisant un aspect caractéristique rappelant une peau de léopard, montrant en plus une irisation nacrée. Les nageoires caudale et dorsale portent des tâches de couleur sombre; les autres ont une teinte noirâtre.

En lieu d'écailles, le *Corydoras* est recouvert de deux séries principales et latérales, de lames ou plaques osseuses imbriquées; la série dorsale en compte 23 et la série ventrale 21. Les régions pecto-

rale et ventrale ne sont recouvertes que par une peau nacrée.

Les dimensions d'un spécimen âgé de 2 ans sont les suivants :

Longueur totale	62 mm.
Longueur de la tête	13 —
Longueur du corps	36 —
Longueur de la nageoire caudale	13 —
Diamètre de la tête	12 —
Distance de la bouche à l'anüs	26 —
Distance de l'opercule à l'anüs	15 —

Nous avons mesuré la longueur de la tête depuis l'extrémité du museau jusqu'au bord postérieur de l'opercule, et la longueur du corps depuis l'opercule jusqu'à la nageoire caudale.

Comme ce spécimen était le plus âgé qu'il nous ait été donné d'examiner, nous considérons que les chiffres ci-dessus se rapportent aux dimensions d'un *Corydoras* à peu près adulte. Il est possible que celles-ci puissent varier quelque peu chez une femelle pleine.

Les Nageoires.

Les nageoires sont caractérisées par les particularités suivantes : les pectorales, la dorsale et l'adipeuse sont pourvues chacune d'une épine articulée à la base par une sorte de charnière. Les épines pectorales et celle de la dorsale sont creusées d'un canal et

à leur base, se trouvent des glandes. Chez la femelle les nageoires ventrales sont légèrement plus arrondies.

Les nageoires *pectorales* sont formées d'une grande épine à cran d'arrêt et de 6 rayons plus petits qui ne bifurquent pas, mais se rejoignent à leur base. Nous avons constaté la présence d'un canal qui traverse l'épine dans toute sa longueur pour arriver au voisinage d'une glande située à sa base. Cette épine est très

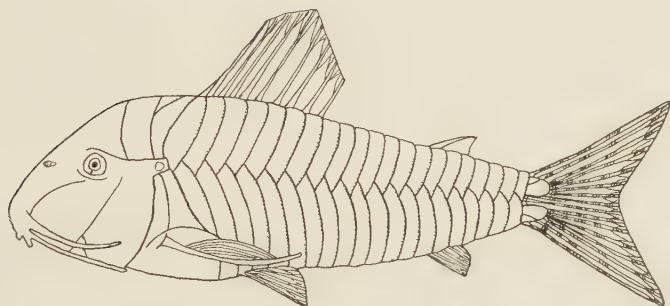


FIGURE 1. — Vue latérale de *Corydoras*.

bien articulée à la scapula; sa longueur totale est de 13 mm. Lorsque la nageoire est complètement déployée, elle a 6 mm. de large, chez un individu de 5 mois.

Les nageoires *ventrales* (abdominales) ont une longueur de 8 mm. et une largeur de 5 mm. Elles sont formées de 6 rayons; le premier se dédouble et chacune de ses branches se divise à son tour avant d'atteindre le bord de la nageoire; le deuxième et le troisième rayon présentent cette même particularité.

Le quatrième et le cinquième rayon se dédoublent une seule fois tandis que le sixième reste indivis.

Les nageoires *anales* ont une longueur de 7 mm. et une largeur de 3 mm. Elle sont formées de 6 rayons; les 3 premiers se réunissent pour n'en former qu'un seul; les autres ne se divisent pas.

La nageoire *dorsale* a 12 mm. de long et 8 mm. de large. Elle est formée d'une grande épine et de 7 rayons. Cette épine est fort bien articulée à sa base par une charnière située sur une plaque osseuse dont il est impossible de la détacher. Nous avons constaté, ici également, qu'un canal traverse toute l'épine pour arriver au voisinage d'une glande située à sa base.

La nageoire *adipeuse* présente en avant une seule épine longue de 8 mm. qui s'articule également sur une plaque osseuse; depuis l'extrémité de l'épine s'étend une fine membrane qui relie celle-ci au dos du poisson; cette membrane a 5 mm. de large.

La nageoire *caudale* est fourchue; elle a 13 mm. de long et 12 mm. de large; elle contient 17 rayons dont chacun se divise une ou deux fois à son extrémité distale. La nageoire est zébrée de cinq lignes sombres. Les rayons sont de différentes longueurs, et sont maintenus à leur base par quatre plaques situées à l'extrémité de la colonne vertébrale.

CHAPITRE II.

LA PEAU (Fig. 2, 3, 4).

La peau du *Corydoras* est très riche en glandes. Les organes sensoriels font presque défaut; ils sont situés dans la région ventrale de la tête, près de la bouche. Nous en avons trouvé par hasard quelques uns éparpillés dans les autres parties du corps. La peau est très huileuse au toucher, ce qui provient de la sécrétion des glandes. Son épaisseur varie : elle est la plus forte dans les régions latérale et ventrale de la tête, la plus faible près de la nageoire caudale. Chez un spécimen âgé de 5 mois, l'épaisseur maxima est de $72\ \mu$ (épiderme $66\ \mu$, derme $6\ \mu$), l'épaisseur minima de $30\ \mu$ (épiderme $24\ \mu$, derme $6\ \mu$). La peau des nageoires est très mince; celle des barbillons atteint une épaisseur de $60\ \mu$. Les barbillons sont dépourvus de glandes sur toute leur surface; nous avons pu constater cependant, à leur base, d'abondants organes sensoriels.

RAUTHER, (1927) trouva dans les *Callichthys punctatus*, une espèce apparentée aux *Corydoras*, des cellules calciformes (connues aussi sous le nom de cellules muqueuses). Nous n'en avons point trouvées dans *Corydoras*. Ces sortes de cellules sont communes

chez presque toutes les autres espèces; REICHEL (1927) les a trouvées dans *Phreatobius* et PERBIER (1903) les a observées en grande abondance chez *Myxine* et autres poissons. L'absence de cette espèce de cellules chez le *Corydoras* constitue un des caractères essentiels de l'épiderme.

Nous étudierons en premier l'épiderme, puis le derme et finalement les organes sensoriels cutanés.

Epiderme.

A l'exception des cellules sensorielles, l'épiderme ne contient que trois sortes de cellules :

1. des cellules à contenu granulaire.
2. des cellules en massue.
3. des cellules épithéliales.

Cellules à contenu granulaire. (Fig. 2).

Nous avons observé ces cellules pour la première fois sur les coupes d'un spécimen de 22 jours où elles ne sont pas plus grandes que les cellules épithéliales ordinaires. Leur contenu granulaire est homogène et il est très difficile d'y distinguer le noyau. Les coupes de la peau du spécimen âgé d'un mois montrent des cellules fort bien développées, en tout pareilles à celles d'un *Corydoras* de 5 mois. La forme de ces cellules est variable, en général, elle est ronde. Une cellule occupe souvent presque toute l'épaisseur de l'épi-

derme tandis que, dans d'autres cas, nous avons observé jusqu'à 3 cellules glandulaires superposées. Le noyau peut être situé au centre de la cellule ou, au contraire, repoussé à la périphérie vers la base, par la sécrétion, présentant, dans plusieurs cas, des mitoses. De nombreuses cellules sont binucléées ou même polynucléées. Beaucoup de cellules communi-

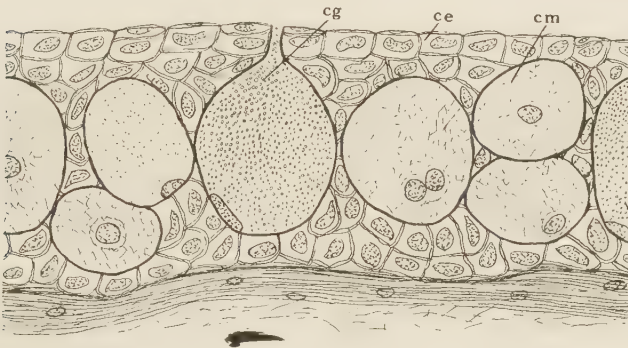


FIGURE 2. — Cellules à contenu granulaire, en massue et cellules épithéliales.

quent avec l'extérieur par un canal étroit. Ces cellules sont piriformes, occupant environ les $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur de l'épiderme. Elles ont $42\ \mu$ de long et $36\ \mu$ de diamètre.

Les cellules à contenu granulaire sont plus nombreuses dans les parties latérale et dorsale du corps. Il n'y en a pour ainsi dire pas près des yeux, à la face inférieure du museau et dans les régions pectorale et ventrale. Les barbillons en sont complètement dépourvus.

La fonction de ces cellules est indéterminée; leur

sécrétion granulaire est alcaline et huileuse. Il est possible que ces cellules, par leur sécrétion toxique, protègent le poisson contre ses ennemis éventuels, comme c'est le cas, par exemple, chez les amphibiens.

Cellules en massue. (Fig. 2, 3, 4).

Elles se trouvent en grand nombre dans *Corydoras* et y sont plus nombreuses que les cellules granulaires. On en trouve chez les *Cyclostomes* et les *Physostomes* (*Salmonides* exceptés). Leur forme varie, elles sont ordinairement ovales et leur grand axe est perpendiculaire à la surface de la peau. Leur grandeur varie, et atteint une longueur maxima de 40 μ et une largeur de 35 μ . Nous avons observé très souvent qu'elles occupent les 2/3 de l'épaisseur de l'épiderme. OXNER (1905) et REICHEL (1927) trouvèrent dans leurs travaux à peu près les mêmes proportions que nous avons observées chez le *Corydoras*. Parfois il y a 2 ou 3 cellules dans la profondeur de l'épiderme, mais d'ordinaire il n'y en a qu'une.

Les cellules en massue sont ordinairement binucléées et rarement polynucléées. Leurs noyaux ont une disposition basale ou centrale, et ils atteignent un diamètre de 5,5 μ . Le protoplasme de ces cellules contient de petits filaments fins, qui parfois s'irradient depuis le noyau vers la périphérie. Chez *Corydoras*, ces cellules sont plus nombreuses dans les

parties dorsale et ventrale du tronc; elles sont moins nombreuses dans la tête et presque absentes à sa partie ventrale. Dans le museau, les lèvres, les barbillons, et les bases des nageoires, elles se trouvent rarement.

OXNER (1903) et REICHEL (1927) affirment que ces cellules ont une fonction sécrétrice et protectrice à la fois. Dans les *Anguilles*, elles ont une fonction lubrifiante et, comme les *Corydoras* ont un épiderme huileux, cela peut être dû, en partie, à la présence de ces cellules. Leur fonction protectrice est constante : elles fournissent une meilleure résistance en cas de blessure et elles constituent peut-être l'élément cicatriciel essentiel.

Il est possible que ces cellules représentent la forme embryonnaire des cellules granulaires, et que, dans les cellules binucléées ou polynucléées, il se produise une désintégration de leurs noyaux qui aboutirait à la substance granuleuse telle qu'on la trouve dans les cellules à contenu granulaire. Ce n'est là qu'une hypothèse, étant donné qu'il y a peu de cellules à contenu granulaire en comparaison du grand nombre de cellules en massue. RAUTHER (1927), dans *Callichthys punctatus* n'a pas observé de relation embryonnaire entre ces cellules.

Cellules épithéliales. (Fig. 3).

Là où les cellules granulaires et en massue sont nombreuses, les cellules épithéliales sont situées à

la base de l'épiderme et représentent la couche génératrice; elles apparaissent aussi en une couche périphérique de l'épaisseur de 2 cellules environ. Elles sont disposées en huit couches. Leur taille et leur forme varient. Elles ont en moyenne 6 μ de diamètre, et sont donc bien plus petites que les cellules à contenu granulaire. On en trouve, dans certains cas, entre 2 cellules à contenu granulaire. Leurs noyaux se colorent plus fortement que le reste de la cellule dont ils occupent la plus grande partie. Ces noyaux pourraient peut-être devenir aussi gros que ceux des cellules à contenu granulaire.

Ces cellules se trouvent le plus fréquemment autour des yeux, à la face inférieure du museau, sur les barbillons et dans les régions pectorale et ventrale. Ce sont les cellules de soutien de l'épiderme et nous ne leur connaissons pas d'autre rôle.

Derme.

Le derme est formé de trois fines couches fibreuses qu'il n'est pas toujours facile de distinguer. Il a une épaisseur de 6 μ . Le derme du *Corydoras* se compose ordinairement des couches suivantes :

1. *Couche externe.* Elle est formée d'un tissu conjonctif lâche qu'il est très difficile de distinguer à cause de sa finesse.

2. *Couche moyenne.* Cette couche est formée d'un tissu conjonctif dense, disposé en fibres parallèles.

Elle forme la plus grande partie du derme. Dans cette couche se trouvent les plaques dermiques.

3. *Couche interne.* Elle consiste en un fin tissu conjonctif lâche, comme la couche externe, et il est difficile de la mettre en évidence à cause de sa constitution si fine.

Les trois couches se trouvent partout, chez *Corydoras*, à l'exception de la tête, où nous n'avons observé que la couche externe et moyenne. Les cellules pigmentaires ou mélanocytes sont dispersées dans les trois couches. Il est probable que ce sont les cellules pigmentaires qui, à la surface du corps de *Corydoras*, donnent à celle-ci l'aspect caractéristique d'une peau de léopard.

Organes sensoriels de la peau. (Fig. 2, 3, 4).

Les organes des sens de la peau de *Corydoras* sont de deux sortes : des papilles sensorielles et des bourgeons terminaux analogues à ceux que l'on trouve dans la peau des *Téléostéens*. Chez notre *Corydoras*, les papilles sensorielles sont situées sur la tête et en particulier, à la face ventrale de cette dernière. Elles le sont également dans les régions pectorale et abdominale, tandis qu'elles font défaut sur presque tout le reste du corps. Les bourgeons terminaux sont très nombreux sur la tête et particulièrement sur le museau, à sa base et sur les barbillons et autour de la bouche, ainsi que dans les régions pectorale et ventrale.

1. *Papilles sensorielles.* (Fig. 3).

Il y a très peu de papilles sensorielles chez le *Corydoras*. La plupart sont situées sur la tête, sans être disposées d'une façon particulière; contrairement à ce qu'on observe chez la majorité des *Téléostéens*, ces papilles ne sont pas situées autour de bourgeons terminaux. Elles sont formées de deux sortes de cellules : les cellules épithéliales jouant le

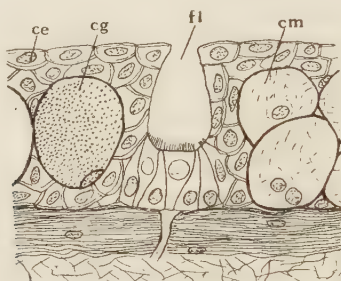


FIGURE 3. — Fossette sensorielle de la peau prise au-dessous du museau.

rôle de cellules de soutien, et les cellules sensorielles de forme triédrique que l'on trouve, en général, au nombre de six à la base de chaque papille. Le noyau des cellules triédriques est situé à la base et se colore plus fortement, grâce à l'abondance de la chromatine. Nous considérons ces cellules comme étant sensorielles puisque, à l'endroit où elles pénètrent dans la fossette de la papille sensorielle, elles sont pourvues de petits cils difficiles à voir. Ces cils transmettent les sensations aux cellules triédriques,

lesquelles sont en contact avec un nerf qui perce le derme à leur base. Ces cellules sensorielles diffèrent par leur forme caractéristique, de celles trouvées dans les bourgeons; dans ces derniers elles sont plus grandes, allongées, avec un noyau peu visible, mais contenant de nombreuses granulations chromatiques se colorant fortement.

Les cellules de soutien représentées par les cellules épithéliales se trouvent sur le pourtour de la papille et ne diffèrent en rien de celles du reste de l'épiderme.

Les papilles sensorielles se distinguent facilement par la présence d'une petite dépression. Les bourgeons terminaux, par contre, se prolongent en une petite pointe. Il s'ensuit qu'au contact de l'eau la première entre indirectement, et la seconde directement, en relation avec des agents excitants. HERRICK (1903) a distingué deux sortes de papilles sensorielles ou rhéotactiques chez les *Silures* : premièrement, le type superficiel, c'est-à-dire le type conique proéminent; deuxièmement, le type profond, c'est-à-dire, à fossette. Chez les *Corydoras*, on trouve les deux types, les papilles sensorielles représentant le type profond et les bourgeons terminaux, le type superficiel.

2. Bourgeons terminaux. (Fig. 4).

Ces organes sont nombreux sur la tête, particulièrement dans les lèvres et le museau, et dans les

régions pectorale et abdominale. Ils font presque défaut sur le reste du corps. Le *Corydoras* étant un poisson de fond, il est naturel que les bourgeons terminaux soient plus développés à sa face ventrale qu'à sa face dorsale. On les reconnaît facilement. Ils sont piriformes. Ils apparaissent à la surface de l'épiderme et égalent en diamètre les $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur de la peau. Leur longueur maxima est de 60 μ

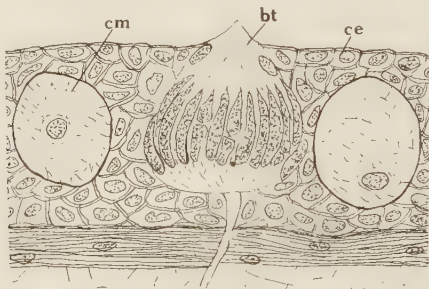


FIGURE 4. — Bourgeon terminal de la peau de la région ventrale.

et leur largeur de 45 μ . Ils sont beaucoup plus nombreux à la base des barbillons qu'en toute autre région du poisson; à cet endroit, on en trouve environ cinq, tandis que vers l'extrémité des barbillons ils sont plus petits et moins nombreux. On en trouve une trentaine sous le museau, tandis qu'il y en a une quinzaine à la face ventrale de la tête et dans les régions pectorale et ventrale. Les régions dorsale et latérale du corps en comptent beaucoup moins et de plus petits.

D'après leur situation, les bourgeons terminaux peuvent être répartis en deux catégories :

1. Dans la peau, les bourgeons tactiles.

2. Dans la bouche, les bourgeons gustatifs

Dans la bouche, les bourgeons sont très nombreux, mais légèrement plus petits que ceux des barbillons. Nous en avons observé environ une soixantaine autour de la base des dents pharyngiennes. Les régions situées en avant de ces dents n'en présentaient pas plus de 25. Ces organes sont probablement ceux du goût. Leur taille et leur forme sont variables, la longueur maxima étant de $42\ \mu$ et le plus grand diamètre de $30\ \mu$. La structure de ces bourgeons terminaux n'est pas différente de celle trouvée chez *Ameiurus* et *Phreatobius*. Les cellules sensorielles occupent le centre du bourgeon; elles sont entourées de très longues cellules de soutien fusiformes lesquelles sont maintenues, à leur tour, par les cellules épidermiques.

Ces bourgeons ont été très bien décrits dans les publications de DOGIEL (1886) et HERRICK (1901, 1903).

Il est douteux que les bourgeons aient une autre fonction que celle de servir d'organe du goût et du tact. Il est possible qu'en dépit de leur situation, ces cellules conservent encore les deux fonctions et qu'elles soient innervées par deux sortes de nerfs, l'une de ces dernières étant plus particulièrement adaptée à celle des fonctions en rapport avec sa situation. Anatomiquement, le bourgeon épidermique et le bourgeon buccal gustatif sont semblables, et REICHEL (1927) admet que chez *Phreatobius* tous les bourgeons terminaux fonctionnent comme organes du goût. Ceci ne nous paraît pas logique en ce qui

concerne *Corydoras*, puisque les bourgeons localisés dans le voisinage des dents pharyngiennes fonctionnent comme organes du goût, tandis que ceux qui sont situés dans la peau, principalement dans la région ventrale, fonctionnent comme organe du toucher, ce qui correspondrait d'ailleurs à l'habitude de ce poisson de vivre sur le fond.

Sur les arcs branchiaux nous avons observé un grand nombre de bourgeons tactiles, qui grâce à leur position, ont une fonction importante. Quand le *Corydoras* prend de la nourriture, les bourgeons tactiles lui servent à choisir les particules de nourriture, empêchant celles-ci d'échapper par l'operculum en les dirigeant vers l'œsophage.

CHAPITRE III

GLANDES A VENIN (Fig. 5).

Quelques *Téléostéens* sont munis de glandes à venin qui proviennent certainement de l'épiderme et qui sont accompagnées d'épines dans l'operculum, ou sont en relation avec les épines des nageoires dorsale et pectorale. PARKER (1880) a trouvé dans le *Trachinus draco* et *Trachinus vipera* des glandes à venin en relation avec une épine dans l'operculum et avec 5 ou 6 raies épineuses de la nageoire dorsale. Un appareil similaire existe chez certaines espèces de *Batrachidæ*, comme *Thalassophryne reticulata*; leur appareil est formé par un processus épineux de l'os operculaire et des deux premières épines dorsales. Dans la *Synancia verrucosa*, on trouve à la base de l'épine dorsale une glande qui sécrète une substance laiteuse par un canal aménagé dans l'épine. Parmi les *Elasmobranches*, l'*Aëtiobatis* et le *Trygon* possèdent des glandes à venin dans leurs nageoires caudales.

Les glandes à venin chez *Corydoras* sont situées à la base de l'épine des nageoires pectorales et dorsale. Les glandes sont reliées aux épines par un canal excréteur qui traverse l'épine dans toute sa longueur. Elles sont formées de 30 à 35 cellules dont le dia-

mètre maximum est de $114\ \mu$. Leurs dimensions varient ainsi que leur forme qui est en général arrondie, parfois allongée. Leur contenu est granulaire et de réaction alcaline. Les glandes sont allongées et bilobées. Celles de la région pectorale sont plus grandes que celles de la nageoire dorsale; elles ont une longueur maxima d'environ $800\ \mu$ et un diamètre maximum de $270\ \mu$ chez un spécimen de 5 mois.

REED (1924) observa que deux espèces de *Schillbeodes* et une de *Plotosus* ont des glandes dermiques en relation avec les épines des nageoires pectorale



FIGURE 5. — Glande à venin de la base de l'épine pectorale.

et dorsale. Chez *Ameiurus nebulosus*, une glande rudimentaire se trouve à la base des épines pectorales. N'ayant observé que les glandes de la base des épines des nageoires pectorales et dorsale, nous n'avons pu constater la présence d'aucune glande à la base de l'épine de la nageoire adipeuse. LATHAM (1935) suppose que le canal des épines de la nageoire pectorale est en relation avec la gonade; nous ne pouvons nous rallier à cet avis, car LATHAM n'a pas observé les glandes placées à la base des épines, glandes qui peuvent même être vues de l'extérieur, car elles

sont placées très près de la surface et elles apparaissent comme des taches roses sous la peau de l'animal vivant. Cette coloration est due à la forte vascularisation de la capsule externe des glandes.

Les glandes à la base des nageoires pectorales sont orientées vers la face ventrale du poisson, tandis que dans la nageoire dorsale, elles sont dirigées vers l'extrémité caudale.

Pour autant que nous l'avons observé, il n'y a pas de relation directe entre les glandes et le canal des épines; le mode de sécrétion de ces glandes est peu connu; il se peut que, sous la poussée de la sécrétion, la glande rompe la mince couche de l'épiderme pour déverser sa sécrétion dans le canal de l'épine. Dans bien des préparations, nous n'avons pas observé de voie directe pour la sécrétion. Cependant, la présence d'une sécrétion est évidente, car sur beaucoup de coupes nous avons constaté une active destruction et une rupture de cellules, uniquement dans des glandes pleines en voie de sécrétion.

REED (1924) a fait la même observation chez différents poissons; il a conclu que, chez les *Seorpaenidae*, il peut se former un conduit provisoire; tel pourrait être le cas de *Corydoras*. La sécrétion granulaire est beaucoup plus dense et plus colorée dans les cellules voisines de l'épine; dans les autres, ces granulations sont plus diffuses, se colorant moins intensément.

Les noyaux sont le plus souvent en parfait état, cependant nous avons constaté que bien des cellules n'ont pas leur noyau placé au milieu. Dans la

plupart des cas, le noyau se trouve près de la membrane cellulaire. Nous supposons que ce déplacement latéral est dû à la sécrétion des nombreuses granulations. La taille et la forme des noyaux est variable; leur longueur est d'environ $15\ \mu$ et leur diamètre de $6\ \mu$.

Comparant ces glandes de *Corydoras* à celles d'autres poissons, nous concluons qu'elles sont semblables à celles de deux espèces de *Schillbeodes* (REED, 1907) et d'une espèce de *Plotosus* (PAWLOWSKY, 1914) telles que REED (1924) les a décrites. Cependant, chez *Corydoras*, ces glandes sont bien plus grandes; les cellules sont dépourvues de fibrilles enroulées, les noyaux sont peu visibles et ils sont repoussés vers la périphérie dans presque toutes les cellules. D'autre part, aucune des coupes que nous avons faites n'a révélé chez *Corydoras*, la présence de glandes dans la nageoire adipeuse; par contre, il y avait une glande dans la nageoire dorsale.

Le contenu granulaire des glandes à venin de *Corydoras* est différent du liquide clair et homogène qui caractérise les glandes axillaires de certains poissons.

La fonction de ces glandes n'est pas bien déterminée. Cependant il est exact que le poisson s'en sert jusqu'à un certain point comme moyen de défense. Nous avons essayé à plusieurs reprises de nous faire piquer avec les épines et chaque fois cela a provoqué une légère rougeur de la peau, mais sans douleur appréciable, ceci démontre cependant que la glande est faiblement venimeuse et qu'elle se vide probablement par le canal de l'épine.

CHAPITRE IV

PLAQUES DERMIQUES (Fig. 1, 6, 7).

Au lieu d'écailles, le *Corydoras* est recouvert de deux séries principales et latérales, de lames ou plaques osseuses imbriquées; la série dorsale en compte 23 et la série ventrale 21.

Ces plaques diffèrent par leurs dimensions et leur forme. Elles atteignent leur grandeur maxima près de la tête et leur plus petite dimension près de la nageoire caudale. Chez un spécimen âgé d'une année, chaque plaque atteint dans le voisinage de la tête une longueur maxima de 10 mm. et une largeur de 3 mm.; près de la nageoire caudale, la longueur est inférieure à 3 mm. et la largeur à 1,5 mm. Dans la région ventrale, les plaques sont séparées par une large surface de peau et, en arrière de cette région, elles se rejoignent presque, comme à la face dorsale du poisson (fig. 6). Elles se rencontrent sur les faces et s'imbriquent en formant des chevrons dont les pointes simulent un canal cheminant sur toute la longueur du corps. Chaque plaque a un bord dentelé et l'ensemble est maintenu en place par du tissu conjonctif.

Le développement de ces plaques est très intéressant à suivre. Je n'en ai pas trouvé trace dans des coupes de *Corydoras* âgé de moins de 5 mois; elles

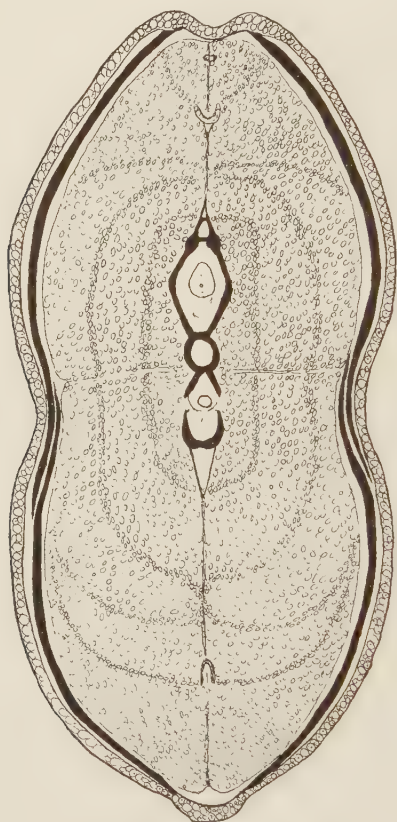


FIGURE 6. — Coupe transversale de la région caudale montrant l'arrangement des plaques dermiques.

apparaissent alors d'emblée, sous forme de plaques osseuses.

Les plaques dermiques servent de moyen de protection rendant l'attaque du *Corydoras* quasiment

impossible. Grâce à elles et aux glandes à venin, les *Corydoras* peuvent difficilement être blessés ou mangés par d'autres poissons plus grands.

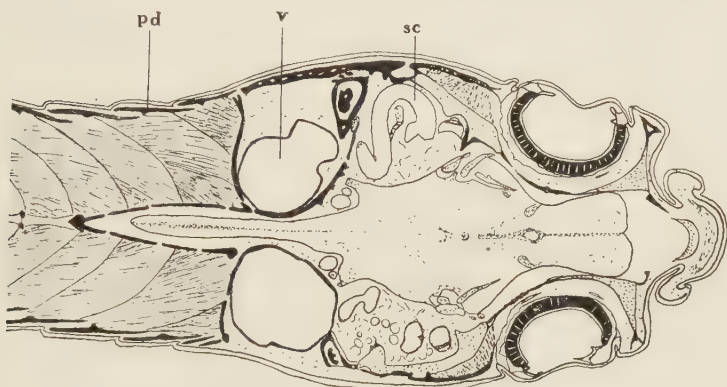


FIGURE 7. — Coupe horizontale d'un *Corydoras* âgé de 5 mois.

Ces plaques sont si pesantes que le *Corydoras* ne monte à la surface, ainsi que nous l'avons observé, que pour respirer. Nous n'avons jamais vu un *Corydoras* nager longtemps entre deux eaux; ordinairement, il se tient sur le fond.

CHAPITRE V

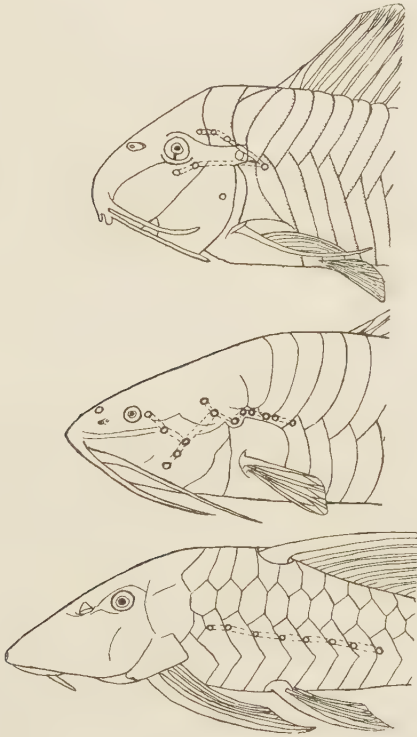
LIGNE LATÉRALE (Fig. 8, 9, 10 et 13).

D'une longueur très réduite, la ligne latérale est placée sur la tête seulement. De chaque côté de la tête, il y a 7 pores dont le diamètre ne dépasse pas 0,5 mm.; le plus proximal est situé au-dessous de l'œil; il y en a un autre dans le voisinage immédiat, à moins de 2 mm.; le prochain est 2 mm. plus loin, tandis que le suivant est à environ 3,5 mm.; le plus éloigné de ceux du groupe oculaire se trouve à environ 7 mm. de distance sur l'opercule. Le dernier pore est situé dans la première plaque dermique ventrale. Il est fort probable qu'il y a, de chaque côté de la tête, 3 canaux qui convergent finalement au dernier pore placé dans la première plaque dermique ventrale.

La ligne latérale se développant d'avant en arrière, il est possible qu'elle soit plus longue chez des spécimens de plus de 2 ans. Bien des poissons, comme par exemple quelques petites espèces de *Téléostéens* ont aussi pendant toute leur vie, une ligne latérale très courte.

En comparant *Corydoras* à un *Callichthys callichthys* de 10 cm. de long, nous avons observé,

chez ce dernier, 14 pores de chaque côté, alors que *Corydoras* n'en a que 7. La plupart de ces 14 pores sont situés sur la tête et dans la région scapulaire; il y en a trois dans les deux premières plaques latérales dorsales; le dernier se trouve dans la première



FIGURES 8, 9 et 10. — Vues latérales de *Corydoras*, *Callichthys callichthys* et *Plecostomus commersoni* montrant des pores de la ligne latérale.

plaque latérale ventrale. Le plus éloigné est situé près du museau; il est très probablement en relation avec le pore correspondant du côté opposé (Fig. 9).

Comparant ensuite *Corydoras* à un *Plecostomus*

commersoni de 19 cm. de long, nous avons observé que ce poisson n'a qu'un seul pore dans la tête, mais qu'il en possède 8 de chaque côté, partant de la seconde plaque latérale de la face ventrale et se continuant jusqu'à la neuvième plaque ventrale (Fig. 10).

Chez beaucoup de poissons, *Phreatobius cisternarum*, par exemple, une papille sensorielle correspond à chaque pore, tandis que chez *Corydoras* ces papilles sensorielles se trouvent dans le canal entre les pores. Les tubes de la ligne latérale sont entourées d'os qui les referment complètement dans la région céphalique à l'exception de la région des pores.

La fonction de la ligne latérale est indéterminée. HOFER (1907) a fait beaucoup d'observations auxquelles il a donné une grande importance. Il a constaté que la ligne latérale n'est jamais affectée par des objets solides, ni par les mouvements de l'eau qui proviennent généralement des vagues. Seules des compressions qui ont une direction déterminée, en un temps défini, excitent les organes latéraux. Cet effet peut être dû au mouvement des cils sensoriels situés dans les canaux, ce sont donc vraisemblablement des organes rhéotactiques. Les conclusions de HOFER nous paraissent très logiques.

CHAPITRE VI

VESSIE NATATOIRE (Fig. 11-14).

Nous avons déjà constaté la présence de la vessie natatoire chez un *Corydoras* âgé d'un jour. Elle présentait une structure très bien développée (fig. 11).

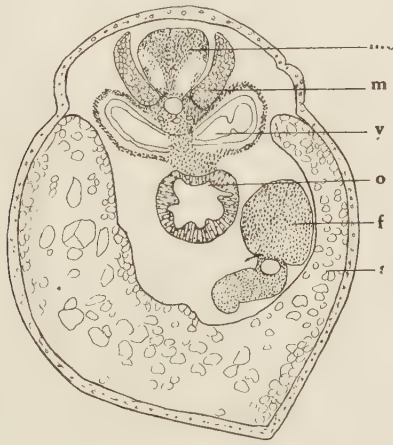


FIGURE 11. — Coupe transversale d'un *Corydoras* âgé d'un jour.

Un spécimen de 22 jours montrait un développement plus avancé; la capsule osseuse était formée avant toute autre formation osseuse du corps (fig. 12). Chez un *Corydoras* de 2 mois, elle présentait toutes les

caractéristiques de la vessie natatoire des spécimens de deux ans. Ce développement rapide doit être de grande importance pour le poisson, car c'est la seule structure osseuse qui atteigne si rapidement son développement définitif.

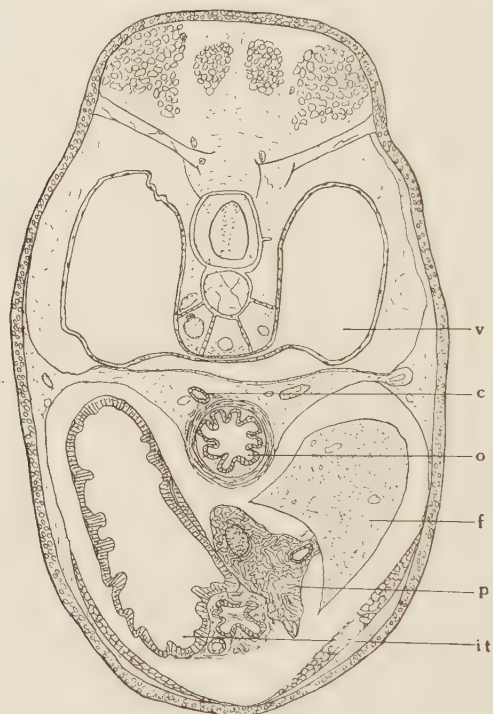


FIGURE 12. — Coupe transversal d'un *Corydoras* âgé de trois semaines, sans trace d'ossification.

La vessie natatoire se trouve dans une situation très caractéristique; elle est enfoncée dans la tête, entourée de deux capsules osseuses séparées l'une de l'autre et dont la surface est criblée de petits trous; ces capsules sont situées directement sous la surface

dorsale du poisson, en arrière de la moelle allongée et des deux côtés de la moelle épinière. Il est à noter que ces capsules présentent latéralement une large fenêtre qui s'applique contre la peau. Il se forme ainsi une espèce de tympan qui peut recevoir plus aisément les vibrations de l'eau. Les capsules sont réunies en avant par un très fin canal qui se trouve à leur face ventrale. L'espace qui sépare ces deux capsules à leur face dorsale est de 0,67 mm. environ, tandis qu'à leur face ventrale, là où se trouve le canal les reliant, cet espace est de 0,32 mm. Chacune de ces capsules osseuses, chez un *Corydoras* de 5 mois, a 1080 μ de haut, 1215 μ de large et 1350 μ de long.

Le tableau suivant indique la croissance de la vessie natatoire :

Age	Hauteur	Largeur	Longueur
1 jour	90 μ	180 μ	186 μ
3 semaines	540 μ	459 μ	513 μ
7 semaines	675 μ	783 μ	864 μ
12 semaines	837 μ	945 μ	972 μ
20 semaines	1080 μ	1215 μ	1350 μ

Le tableau ci-dessus donne une idée de la croissance rapide de la vessie natatoire. Par rapport à la largeur totale du poisson, dans la région où se trouve la vessie natatoire, celle-ci occupe toujours environ 60 % de la largeur de la tête, ce qui montre une con-

cordance parfaite entre la croissance de la tête et de la vessie natatoire.

Chaque capsule osseuse renferme une vessie natatoire à paroi très mince et qui ne s'applique nullement contre l'os, mais en est séparée par un espace assez large situé entre elle et la capsule. C'est dans cet espace qu'on trouve, en avant, un assez gros gan-

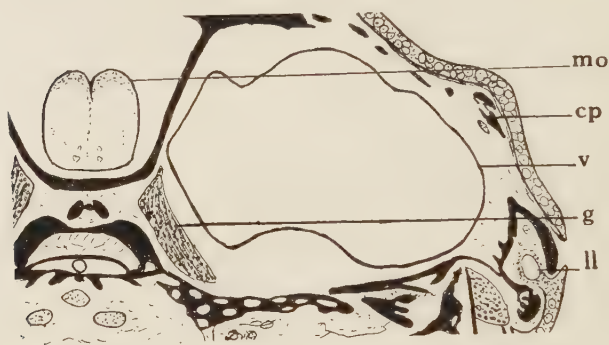


FIGURE 13. — Coupe transversale de la partie postérieure de la moelle allongée montrant le ganglion nerveux dans la capsule de la vessie.

gion nerveux relié au système nerveux central par un nerf (rachidien ?) qui traverse la paroi osseuse des capsules (Fig. 13). Quelle peut bien être la fonction de ce ganglion ? Il est fort difficile de faire des suppositions de quelque valeur. Les deux vessies natatoires sont reliées entre elles par un canal qui se trouve dans celui qui relie les deux capsules osseuses. Ce canal, à son tour, est relié à sa partie médiane à l'œsophage par le canal pneumatique, long d'environ 300 μ . Ce canal pneumatique est entouré à son orifice

d'un tube osseux naissant près de la capsule osseuse sur le canal de communication. La communication entre la vessie natatoire et l'œsophage est d'une importance indéniable, car c'est peut-être par ce conduit que l'air atmosphérique pénètre dans la vessie natatoire. On admet que la vessie natatoire chez certains poissons joue le rôle d'un poumon. Chez *Corydoras*, où la vessie natatoire très petite, enfermée dans deux capsules osseuses, est très délicate et presque dépourvue de vaisseaux sanguins, il ne peut sans doute, être question de fonction respiratoire.

Chez les *Physostomes*, le canal qui relie la vessie natatoire à l'œsophage ou à l'estomac, comme chez *Corydoras* est appelé canal pneumatique. Chez les *Physoclistes* adultes, il fait défaut. D'après LEDEBUR (1929), la vessie natatoire s'emplirait d'air avant que le canal, encore ouvert à certains stades larvaires, ne soit oblitéré. Il est indiscutable que du gaz se trouve dans la vessie; sa présence est dûe peut-être : 1) à ce qu'il est venu directement de l'atmosphère par l'œsophage; 2) à ce qu'il provient du sang qui entre en contact avec les parois de la vessie ou d'une glande spéciale dite glande gazeuse.

REDI (1708) et BORELLI (1885) sont les premiers et les principaux partisans de la première hypothèse. Celle-ci nous paraît la plus logique. Chez *Corydoras*, nous n'avons pas trouvé de vascularisation apparente de la vessie natatoire, par conséquent l'hypothèse de l'origine sanguine des gaz semble hors de cause. Chez *Corydoras*, il n'y a pas trace non plus de

glande gazeuse dans la mince paroi de la vessie natatoire.

GUYÉNOT (1909) a constaté que le canal pneumatique permet d'évacuer le contenu de la vessie natatoire. Il arrive à la conclusion que la vessie natatoire peut présenter un grand danger pour le Poisson, car, lorsque ce dernier atteint certains niveaux dans l'eau auxquels la force propulsive des nageoires ne peut plus lutter contre l'allègement consécutif à la dilatation de la vessie, il est condamné à continuer le mouvement ascendant pour flotter finalement à la surface, inerte et distendu s'il ne peut évacuer assez rapidement l'air.

Lorsque le besoin d'air se fait sentir chez *Corydoras* où la dilatation de la vessie natatoire est insignifiante, le Poisson s'élève rapidement à la surface de l'eau et descend immédiatement après. Ces observations ont été faites sur des *Corydoras* placés dans de profonds aquariums où il y avait une différence de pression très nette entre la surface et le fond. Par son ascension et sa descente active et très rapide à la recherche d'air, le *Corydoras* surmonte l'allègement dû à la dilatation sans doute minime de sa vessie.

MOREAU (1875) a démontré expérimentalement qu'un Poisson trouve toujours, tôt ou tard, un plan d'équilibre dans lequel il flotte et nage avec un effort minimum. De cette façon, la vessie natatoire donne au Poisson la même densité que celle de l'eau dans laquelle il vit. Lorsque le Poisson s'élève ou s'enfonce,

il y a, sans aucun doute, un changement dans la pression hydrostatique, changement qui amènera nécessairement la dilatation ou la contraction du volume gazeux de la vessie natatoire. BRIDGE (1904) dit que l'augmentation ou la diminution du poids spécifique du Poisson tend à éloigner celui-ci de son plan de moindre effort. Afin de s'opposer à ces déplacements et de ramener le Poisson dans un nouveau plan d'équilibre, les gaz de la vessie natatoire sont ou bien absorbés ou bien sécrétés par des organes spéciaux. Les *Physostomes*, avec leur canal pneumatique, sont privilégiés par rapport aux *Physoclistes* chez lesquels le canal fait défaut. Lors de leur montée peu rapide, les *Physostomes* peuvent s'adapter plus facilement à une pression moindre en expulsant par le canal pneumatique la quantité de gaz nécessaire, tandis que les *Physoclistes* sont obligés d'absorber ce gaz.

Conclusions.

La vessie natatoire est un organe dont la structure varie beaucoup selon ses fonctions. Les plus connues de ces dernières sont les suivantes :

1. Elle peut servir d'organe respiratoire.

WILDER (1865) observa chez *Amia* et chez *Lepidosteus* que la vessie natatoire vascularisée servait à respirer l'air, tenant lieu en quelque sorte de poumon. JOBERT (1878) découvrit que quelques *Téléostéens* du Brésil, tels que *Sudis gigas*, *Erythrinus tae-*

niatus, etc..., meurent asphyxiés lorsque le canal pneumatique est lié ou sectionné; il en résulte que ce canal est la seule communication entre l'extérieur et la vessie natatoire et que la vessie agit donc comme un organe respiratoire. Chez les *Dipnoi*, la vessie est réellement un poumon. L'atrophie partielle des branchies, comme chez *Protopterus* et *Lepidosiren* fait supposer que presque toute leur respiration s'effectue au moyen de la vessie transformée en poumon. SORENSEN (1894) observa que l'air traverse le canal pneumatique, mais il ne put expliquer comment se faisait l'inspiration et l'expiration. MOREAU (1876) constata que, chez certains *Téléostéens*, la vessie peut avoir comme un réservoir pour l'excès de l'oxygène qui pénètre dans le sang par les branchies. Le poisson absorbera cet oxygène lorsqu'il se trouvera dans de l'eau contenant peu de ce gaz.

Chez *Corydoras*, nous avons observé que la mince membrane de la vessie est presque dépourvue de vaisseaux sanguins, et que dans ces circonstances, la respiration est probablement impossible. Le canal pneumatique étant microscopique chez les spécimens que nous avons étudiés, nous n'avons pas pu examiner la possibilité d'asphyxie par ligature ou section de ce canal ainsi que le fit JOBERT. Il est possible que la vessie agisse comme réservoir d'oxygène et, lorsque c'est nécessaire, que l'air puisse être chassé par le canal pneumatique dans l'œsophage et, de là, dans l'intestin, puisque chez *Corydoras* l'intes-

tin contribue sans doute à la respiration; mais c'est fort douteux.

2. Elle peut servir d'organe hydrostatique.

Dans ce cas, la vessie natatoire donne au poisson la même densité que l'eau dans laquelle il vit; il trouve ainsi un plan d'équilibre, et peut flotter et nager avec un effort minimum. Les recherches de MOREAU, GUYÉNOT et autres conduisent à cette conclusion. Il est probable que cet organe est fort utile au Poisson dans ses mouvements de montée et de descente, mais le procédé d'absorption et de sécrétion gazeuse est lent si le Poisson n'a pas de canal pneumatique.

Dans l'ensemble, il paraît logique d'admettre que la vessie sert à l'adaptation à des variations de pression résultant des montées ou des descentes du Poisson, ou encore au cours des migrations journalières, saisonnières ou périodiques, pendant lesquelles il peut se produire des changements importants de niveau.

Chez *Corydoras* la vessie natatoire, très petite, ne semble jouer aucun rôle hydrostatique, du fait qu'aussi bien la bouche, que l'intestin, peuvent se remplir d'une quantité d'air beaucoup plus grande que celle que la vessie natatoire peut contenir.

3. Elle peut servir d'organe de phonation.

La vessie natatoire est modifiée chez divers *Téléostéens* de façon à produire des sons. A cette fin, on

trouve le plus fréquemment deux puissants muscles agissant comme ressort qui s'insèrent dans la partie antérieure des apophyses transverses de la quatrième vertèbre.

La contraction de ces muscles attire en avant la paroi antérieure de la vessie de sorte que, lorsque les muscles se contractent et se relâchent rapidement, ils transmettent à la paroi de la vessie ainsi qu'à son contenu gazeux, un mouvement vibratoire d'où résulte un son. Les mouvements vibratoires des gaz et l'intensité du son augmentent lorsque la vessie est subdivisée en une série de loges qui communiquent librement entre elles. Cette disposition se trouve le plus fréquemment chez certains *Silurides*. Chez d'autres Poissons, les muscles craniens sont insérés directement sur la vessie, ou bien les muscles sont dépourvus d'attaches osseuses s'insérant à la paroi du corps ou à la ceinture scapulaire. Ici encore, c'est la contraction et le relâchement des muscles qui provoquent le son en faisant vibrer la vessie.

Corydoras ne produit pas de sons appréciables et ne présente pas les caractères anatomiques particuliers permettant de conclure à une telle disposition.

4. Elle est reliée à l'organe auditif.

Il est certain qu'il y a un rapport étroit entre la vessie et l'oreille interne chez beaucoup de poissons. WEBER, BRIDGE, HADDON et d'autres l'ont démontré et nous l'avons aussi trouvé chez *Corydoras*. Dans le chapitre suivant, on trouvera une descrip-

tion détaillée de l'anatomie et de la physiologie de l'appareil de Weber, reliant la vessie natatoire à l'oreille interne.

Il est également hors de doute qu'ici encore cet appareil joue un rôle bien défini. Les vibrations venant de l'extérieur, captées par la vessie natatoire, seraient transmises par l'intermédiaire des osselets de Weber à l'oreille interne.

La vessie natatoire fonctionnerait également comme un véritable baromètre; les changements de pression atmosphérique sont transmis à la vessie et, de là, à l'oreille interne.

RABAUD et VERRIER (1935) dans leur travail intitulé « Recherches sur la vessie natatoire » prétendent illogiquement à notre avis, que « la vessie natatoire n'apporte au Poisson aucun secours marqué; elle est de ces productions qui ne gênent pas l'animal et lui sont simplement inutiles ». Le mémoire de RABAUD et VERRIER n'apporte pas suffisamment de faits permettant d'infirmer les observations de WEBER, MOREAU, GUYÉNOT, NUSSBAUM, REIS et autres. Nos observations personnelles nous amènent à contredire celles de RABAUD et VERRIER, car elles démontrent que, chez *Corydoras*, il y a une raison spéciale à la présence de la vessie et des osselets.

La présence d'une vessie natatoire volumineuse et variable de forme et de structure, chez la plupart des Poissons, permet de supposer que cette vessie est nécessaire, en opposition à ce que prétendent RABAUD et VERRIER. Il est vrai que la vessie natatoire ne joue pas

le même rôle chez tous les Poissons et que sa forme et ses dimensions varient d'une espèce à l'autre. Ces variations sont probablement en rapport avec les fonctions de la vessie natatoire.

Chez *Corydoras*, la vessie n'a ni une fonction respiratoire, ni celle d'un organe de phonation. Par contre nous avons démontré anatomiquement qu'elle joue un rôle auditif et percepteur des vibrations de l'eau, à cause de ses rapports étroits avec l'oreille interne par l'intermédiaire des deux osselets. Elle peut, servir également de baromètre, enregistrant les changements de la pression atmosphérique.

CHAPITRE VII.

APPAREIL DE WEBER (Fig. 14).

L'appareil de WEBER est en relation étroite avec la vessie natatoire et nous croyons qu'il est une partie accessoire de cette dernière. Bien développé, il est placé dans la région scapulaire où se trouvent les premières vertèbres. Il n'est pas aussi bien constitué chez *Coryodras* que chez les autres *Silures*, comme par exemple *Phreatobius*, chez qui il présente toutes ses caractéristiques.

En 1820, l'anatomiste WEBER trouva cet appareil chez les LOCHES, les CYPRINS et les SILURES. Dans les pages qui suivent et qui résument nos connaissances actuelles, nous emploierons les noms donnés par WEBER. Les osselets de WEBER ne sont autres que des dérivés de certaines apophyses des vertèbres antérieures. Le *stapes* représenterait l'arc neural de la première vertèbre, l'*incus* celui de la deuxième vertèbre; le *malleus* est probablement dérivé de la côte ou parapophyse de la troisième vertèbre. Par contre, l'origine du *claustrum* n'est pas sûrement connue; cet os se trouve chez les *Characinidæ* et les *Cyprinidæ* et rarement chez les *Siluridæ*.

Le *claustrum* (lenticulare) est celui de ces osselets

qui varie le plus. Il est emprisonné dans les membranes entourant l'atrium, mais il se prolonge dans leurs parois internes; par ce moyen, il supporte les pressions transmises de la perilymphe au *stapes* (Cyprins). Chez les *Silures*, il est réduit à une étroite lamelle reléguée au-dessus de l'étrier et de l'atrium; il n'a ici qu'un rôle très secondaire dans la transmission des pressions.

Le *stapes* (étrier, scaphium, Deckel) est ovale chez les *Silures*, rond chez les *Cyprins*. Il a la même fonction qu'une valve d'huitre. Un ligament cylindrique, tangent à la surface du *stapes*, l'attache à l'incus. Le *stapes* se prolonge en une épine verticale à son extrémité postérieure; il est relié à un condyle de la colonne vertébrale et à la neurapophyse II. Ces deux appendices forment une charnière autour de laquelle peut se déplacer l'os en question.

L'*incus* (enclume, intercalare, Lenker) a une forme très variable; chez les *Silures*, ce n'est qu'un petit disque à peine visible dans le ligament; chez les *Cyprins*, c'est une petite apophyse reliée aux vertèbres.

Le *malleus* (marteau, tripus, Hebel) est le plus grand de tous les osselets. Il est rattaché à l'incus par un très court ligament. Chez les *Cyprins*, il est articulé sur ses côtés par une charnière perpendiculaire à son plus grand axe. Chez les *Silures*, il est constitué par une lame arquée reliée aux vertèbres par un étroit pédoncule. Lorsqu'on l'isole et l'examine de près, on constate qu'il a trois apophyses; c'est pour cette raison que BRIDGE (1893) l'appelle *Tripus*. L'apophyse posté-

rière est reliée aux membranes de la vessie, elle constitue le bras de levier de la puissance; l'apophyse moyenne fait point d'appui sur la colonne vertébrale tandis que l'apophyse antérieure, ayant la forme de la tête d'un marteau (JAQUET, 1894), constitue le bras de levier de la résistance; elle est fixée au ligament interosseux.

Parlant de la vessie natatoire, BRIDGE (1893) dit « que chez un grand nombre de *Téléostéens* d'eau douce, et quelques Poissons marins, les organes de l'ouïe sont en relation intime avec la vessie natatoire par une des trois dispositions suivantes » :

1. « On observe l'apposition des extrémités distales d'une paire de prolongements tubulaires émanant de la vessie natatoire s'appliquant sur les membranes fibreuses qui ferment deux cavités sphériques se trouvant dans les parois osseuses externes des capsules périotiques. La surface interne de ces dernières est baignée par la périlymphe qui entoure les organes de l'ouïe. Cette disposition est caractéristique pour certains *Serranidæ*, *Berycidæ*, *Sparidæ*, *Gadidæ*, *Notopteridæ* et probablement *Hyodontidæ* ».

2. « On trouve également des dispositions semblables chez les *Clupeidæ* (par exemple les Harengs, les Sardines, etc.) mais les cavités périotiques ici sont ouvertes au lieu d'être fermées. Les extrémités en cul-de-sac des prolongements tubulaires de la vessie natatoire sont en contact direct avec les excroissances de l'utricule (RIDEWOOD, 1892, Journ. Anat. Physiol.) »

3. « La troisième disposition, de loin la plus com-

pliquée, fait appel à l'intervention d'une série d'osselets mobiles, les osselets de WEBER. L'osselet postérieur, le *malleus*, de chaque côté est inséré à la paroi dorsale de la vessie natatoire; l'*incus* est situé entre le *malleus* et le *stapes*. L'osselet antérieur, le *stapes*, s'applique à la paroi externe d'un prolongement des espaces périlymphatiques entourant les deux organes auditifs, prolongement médian dirigé en arrière (*sinus impar*). Ce dernier à son tour renferme un prolongement semblable (*sinus endolymphaticus*) provenant des deux conduits endolymphatiques réunis au-dessous du cerveau. La présence du *claustrum* n'est pas constante; lorsqu'on trouve cet os, il se présente sous la forme d'une petite lame de cartilage ou d'os contenue dans les membranes et les ligaments du *stapes*. Ce mécanisme compliqué se retrouve chez les *Cypriidæ*, les *Siluridæ*, les *Characinidæ* et les *Gymnotidæ*. SAGEMEHL (1885) a désigné du nom d'*Ostariophysi*, toutes des familles qui possèdent cet appareil compliqué ».

Les trois types anatomiques décrits ci-dessus correspondent à deux types fonctionnels principaux :

1. En relation indirecte ou par voie mécanique, c'est-à-dire que les membranes de la vessie natatoire et de l'oreille sont reliées par une chaînette d'osselets (appareil de WEBER).

2. En relation directe, c'est-à-dire que les membranes de la vessie natatoire sont en contact avec les vésicules auditives.

Chez *Corydoras* l'appareil de WEBER est placé à la

partie supérieure de l'intervalle séparant les deux capsules osseuses de la vessie natatoire, alors que, dans la plupart des cas, il se trouve au-devant des capsules mais non entre elles, comme chez *Phreatobius* par exemple.

Au contraire de ce qui se présente chez les *Cypri- nides* et les *Silurides*, l'appareil de Weber est repré-

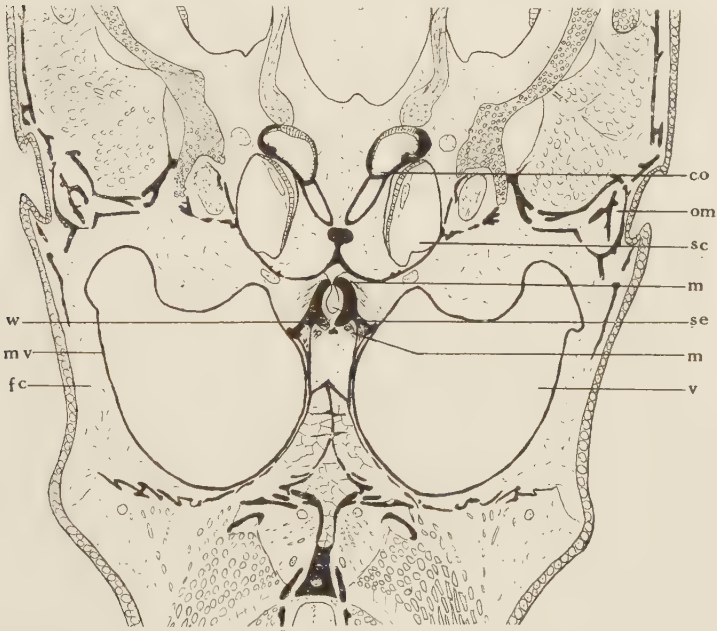


FIGURE 14. — Coupe longitudinale d'un *Corydoras* âgé de 5 mois.

senté par un seul osselet, présentant trois régions distinctes qui ne ressemblent nullement aux quatre osselets de Weber. La forme de cet osselet se voit très bien sur notre dessein (figure 14) ce qui nous permet de nous abstenir d'une description plus détaillée.

Ainsi, il est difficile de croire que l'osselet unique de *Corydoras* soit le résultat de la réunion des quatre osselets de Weber, ceci d'autant plus que, chez les individus les plus jeunes, on ne trouve déjà qu'un seul osselet de chaque côté; leur développement est dû à une ossification directe.

De nombreux auteurs, NUSBAUM (1881), BLOCH (1900), SACHS (1912), REIS (1905) et GUYÉNOT (1909) ont discuté de l'origine des osselets; tous s'accordent à reconnaître leur origine dans les apophyses des trois premières vertèbres. Chez *Corydoras*, nous avons observé que l'osselet dérive de la première ou de la deuxième vertèbre. La proximité de la capsule crânienne, rend cette hypothèse obligatoire.

Fonctions de l'appareil de Weber.

Chez beaucoup de Poissons, la vessie natatoire et l'oreille interne sont mises en relation directe par le contact des membranes de la vessie natatoire et des vésicules auditives. Le contact peut aussi être indirect; dans ce cas, la vessie natatoire et l'oreille sont reliées par des osselets, exemple : le système de Weber ci-dessus décrit et grâce auquel l'oreille est reliée à la vessie natatoire par le *claustrum*, le *stapes*, l'*incus* et le *malleus*.

Le *malleus* peut effectuer une légère rotation dans un plan oblique comme par exemple chez les *Cyprins*, ou dans un plan horizontal comme chez les *Silures*. La vibration est ensuite transmise aux deux *stapes*

par le ligament interosseux et, si la vibration passe dans un plan médian, elle provoque la compression ou la dilatation des espaces périlymphatiques. A son tour, la périlymphe entre en vibration et est attirée ou refoulée; les ondes ainsi produites arrivent au *sinus impar* par l'intermédiaire duquel elles sont transmises à l'oreille interne.

Chaque dilatation de la vessie natatoire ou chaque vibration transmise par sa capsule osseuse, correspond à une compression de la périlymphe et partant, à un afflux d'endolymphe dans les saccules. Chaque contraction détermine dans ces liquides un mouvement contraire.

De nombreuses expériences ont été faites pour démontrer les oscillations du *malleus*, lesquelles sont en rapport avec la longueur du ligament interosseux. Plus il est court, mieux les oscillations sont transmises au *stapes* et partant, à l'oreille interne. Les oscillations du *malleus* correspondent à celles qui sont provoquées par la dilatation ou la contraction de la vessie natatoire. Il est possible que la longueur du ligament soit une cause de retard dans la transmission des oscillations mais peut-être doit-on l'interpréter comme un amortissement utile.

Il est probable que les sacs paraduraux jouent aussi le rôle d'amortisseurs puisque la périlymphe dans l'atrium, chassée par la pression des *stapes*, ne se rend pas seulement dans le sac endolymphatique, mais, par un petit canal, dans les sacs paraduraux. De ce fait, l'endolymphe ne reçoit qu'une partie des oscillations.

THILO (1908) établit que les variations de volume de la vessie natatoire sont perçues dans le cerveau et dans la moelle; cette opinion ne nous satisfait pas. Chez certains Poissons, le liquide céphalo-rachidien subit le changement de pression, résultat du fonctionnement de l'appareil de Weber. Il nous paraît clair que c'est le labyrinthe qui joue le rôle important d'enregistreur, spécialement dans le saccule. Il est exact que le saccule joue un rôle important, mais il ne faudrait pas le considérer comme étant le seul organe sensoriel, car il est possible que les canaux semi-circulaires et l'utricule aient également un rôle à jouer.

Une diminution ou une augmentation de volume de la vessie exerce son effet sur la fine membrane du sac endolymphatique, et il s'en suivra que l'endolymphe s'écoulera dans les saccules en mettant en mouvement les otolithes. Nous pouvons donc considérer le va et vient de l'endolymphe à l'entrée du saccule comme étant l'excitant principal de la sensibilité manométrique, excitant qui peut être renforcé par l'oscillation des otolithes.

NUSBAUM (1881) a observé chez la *Carpe* une petite tache acoustique supplémentaire qu'il appelle « *macula ducti endolymphatici* ». Elle est placée à la base des canaux afférents du *sinus impar*. NUSBAUM alla jusqu'à établir qu'elle sert à renseigner le Poisson sur les états de dilatation de sa vessie; de cette façon, le Poisson pourrait régler sa montée et sa descente. Cette fonction est très discutable; la seule opinion acceptable est que les cellules sensorielles sont

impressionnées seulement par le passage d'une partie de l'endolymphe du *sinus impar* au saccule, ou inversement.

En faveur de l'hypothèse admettant que le saccule est l'enregistreur des fluctuations, on peut démontrer que chez *Ameiurus* et *Phreatobius*, où le saccule communique avec l'utricule dont l'ouverture est fermée par une sorte de valve, le saccule enregistre les changements de volume de la vessie. Le liquide, passant du sac endolymphatique au saccule, dilate les diverticules à la base de l'utricule, et de cette façon sert à fermer la communication entre les deux parties du labyrinthe. Ainsi le saccule, et éventuellement la *lagena*, sont peut-être les seuls organes enregistreurs. Mais lorsque le liquide est envoyé en sens inverse, l'endolymphe passe de l'utricule dans le saccule, et dans ce cas, l'organe sensoriel récepteur est la *macula neglecta*, placée tout près de l'ouverture par laquelle l'utricule communique avec le saccule.

Le rôle accoustique souvent attribué à l'appareil de Weber est, dans certains cas, encore incertain. La vessie natatoire, chez l'*Amiure* et le *Phreatobius*, touche la peau des flancs et les vibrations sonores se transmettront facilement à ses membranes et par suite aux mallei, mais la présence de ligaments fera qu'elles arriveront au labyrinthe plutôt atténuées qu'amplifiées. Ces vibrations sont transmises par les osselets et se rencontreront dans le *sinus impar*.

L'appareil de Weber joué tout naturellement le rôle d'un indicateur de la pression qui règne dans

l'eau. Grâce à ce manomètre, le Poisson est conscient du degré de tension de ses membranes, mais GUYÉNOT (1909) observe que l'appareil de Weber déclenche par voie réflexe probablement, le relâchement du sphincter pneumatique, et, de cette manière, peut faire varier la pression intravésicale.

Chez le Poisson nageant librement, l'appareil de Weber joue le rôle d'un régulateur de la locomotion. Il est probable que le relâchement du sphincter pneumatique est précédé d'autres actes réflexes qui ont leur siège dans les nageoires. Le rôle de régulateur dans la locomotion et l'équilibration du Poisson ne semble laisser aucun doute.

Les nombreux Poissons (*Physostomes*), qui ne possèdent pas d'appareil de Weber ont sans doute une compensation physiologique qui préside à ses importantes fonctions.

Conclusions.

Chez *Corydoras* l'appareil de Weber est situé plus en avant que chez la plupart des Silures; ceci provient de ce que la vessie natatoire est soudée à la tête. Les deux osselets, de structure assez difficile à décrire, entourent une cavité ovalaire contenant le sac endolymphatique; le tout est ainsi en relation très intime.

Le développement de l'appareil de Weber est très rapide. Il est difficile de croire que l'osselet unique de *Corydoras* soit le résultat de la réunion des quatre

osselets de Weber, parce que nous avons observé que cet osselet est développé complètement chez l'individu d'un mois; il est dû à une ossification directe. L'osselet dérive probablement de l'apophyse de la première ou de la deuxième vertèbre, car la proximité de la capsule crânienne rend cette hypothèse obligatoire.

L'appareil de Weber est plus simple chez *Corydoras* que chez tous les autres Poissons. Il consiste en un seul osselet, tandis que chez beaucoup de *Cyprioides* et *Silurides* l'appareil est formé de quatre osselets de chaque côté : le *claustrum*, le *stapes*, l'*incus* et le *malleus*. Les dispositions simplifiées rencontrées chez *Corydoras* augmentent ou diminuent probablement la sensibilité de cet appareil. Mais les observations faites sur les Poissons vivants montrent que les moindres secousses appliquées à la paroi de l'aquarium les impressionnent fortement sans doute à cause des vibrations de l'eau.

La relation indirecte existant entre la vessie natatoire et les vésicules auditives par un seul osselet chez *Corydoras*, a pour effet probable que la transmission des oscillations de la vessie à l'oreille interne est plus rapide que lorsqu'il y en a quatre, comme c'est le cas chez *Phreatobius*, *Ameiurus*, etc.

Les fonctions de l'appareil de Weber que nous avons décrites antérieurement sont probablement les mêmes chez *Corydoras*, c'est à dire que cet appareil joue le rôle d'indicateur de la pression qui règne dans l'eau, de régulateur de la locomotion et d'appareil acoustique.

CHAPITRE VIII.

LE CERVEAU (Fig. 11, 13, 15-24).

Généralités.

En examinant des coupes de *Corydoras* d'âges différents, nous avons constaté que le cerveau était déjà bien développé par rapport au reste du corps, et cela chez des spécimens âgés d'un jour, tandis qu'à partir de trois semaines, le cerveau a déjà atteint la même taille que chez le Poisson adulte. Le cerveau est de grande taille et se distingue par le développement des lobes optiques et du cervelet; le cerveau, plus large que haut, est aplati dorso-ventralement.

Les différentes parties du cerveau ont les dimensions suivantes chez un exemplaire âgé de 2 ans et long de 62 mm. :

Longueur totale (des lobes olfactifs à l'extrémité de la moelle allongée)	8 mm.
Longueur des lobes olfactifs	0.5 —
Largeur des lobes olfactifs	2 —
Longueur des hémisphères cérébraux	2.5 —
Largeur des hémisphères cérébraux	2 —
Longueur du mésencéphale (lobes optiques) .	3 —

Largeur du mésencéphale (lobes optiques) ..	4.5 —
Longueur du cervelet	2.5 —
Largeur du cervelet	3.5 —
Longueur de la moelle allongée	2 —
Largeur de la moelle allongée	1.5

Hauteur maxima du cerveau au niveau du cervelet,
3 mm.

Si l'on compare les dimensions ci-dessus avec celles qui ont été constatées chez d'autres *Silures*, nous les trouvons élevées par rapport à la longueur du corps. En nous basant sur le travail de MÖLLER (1915), nous avons trouvé que chez les 10 *Silures* étudiés par lui, le cerveau occupait du 1/13 au 1/16 de la longueur totale du corps. Il s'ensuit que *Corydoras* possède un cerveau qui, proportionnellement, est plus long que celui de *Phreatobius*, *Ameiurus*, *Callichthys*, *Saccobranhus*, *Doras longispinis*, *Ceptosis cæcutiens*, *Pimelodus grosokpfi*, *Clarias lazerae*, et *Silurus glanis*, car il occupe le 12,9 % c. v. d. 1/8 de la longueur totale du corps.

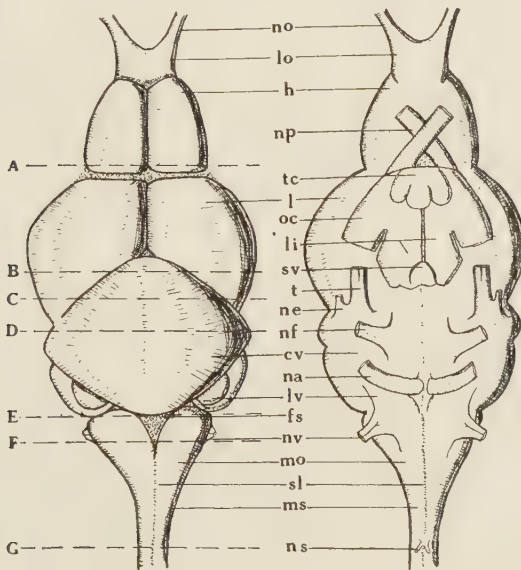
Nous avons constaté, dans le cerveau examiné, que les espaces péri-duraux sont très petits; tel est d'ailleurs le cas chez un très grand nombre de *Téléostéens*. Il est hors de doute que la petite taille du Poisson est en rapport avec cette constatation, ce que REICHEL (1927) avait d'ailleurs observé chez *Phreatobius*. La dimension restreinte des espaces péri-duraux est constante chez tous nos exemplaires de *Corydoras*, qu'ils soient âgés d'un jour ou adultes.

Pourtant chez les spécimens âgés d'un jour et de trois semaines, ces espaces péri duraux se présentent sous forme de sinus lymphatiques. Ces espaces se trouvent entre le lobe olfactif et les hémisphères cérébraux, ils s'étendent de ces derniers jusqu'aux lobes optiques (Mésencéphale) où ils s'élargissent avant de disparaître complètement. Dans le myélencéphale, nous avons constaté que la fosse rhomboïdale prenait naissance sous forme d'un espace péri-dural. Selon WEBER (1820), les « sacs paraduraux » de la racine de la moelle jouent un rôle très important. Chez *Corydoras*, ils représentent les « espaces latéraux myélencéphaliques » (voir chapitre VII).

Le système nerveux central des *Silures* comprend six régions. Les deux premières proviennent de la vésicule antérieure de l'embryon, avec les hémisphères cérébraux appelé prosencéphale et du cerveau intermédiaire ou thalamencéphale; celui-ci forme l'infundibulum avec l'hypophyse, le sac vasculaire et les lobes inférieurs et porte dorsalement l'épiphyse et la paraphyse. Aux dépens de la vésicule embryonnaire moyenne, dans laquelle prend naissance l'aqueduc de Sylvius, se forment le cerveau moyen ou mésencéphale, les tubercules bijumeaux et les lobes optiques. Enfin de la dernière vésicule embryonnaire, contenant le quatrième ventricule, dérivent le cerveau postérieur ou mésencéphale, le cervelet et le myélencéphale ou moelle allongée. Finalement, la moelle allongée se prolonge en moelle épinière.

Description du cerveau.

Lobes olfactifs. — Chez *Corydoras*, comme chez *Callichthys*, les lobes olfactifs sont en contact étroit avec les hémisphères. Ils ont la forme d'une châtaigne et adhèrent complètement l'un à l'autre. De leur partie antéro-latérale se détachent les filets ol-



FIGURES 15 et 16. — Cerveau (vues dorsale et ventrale).
Les lettres A, B, C, D, E, F et G représentent approximativement le niveau des coupes : Figures 18, 19, 20, 21, 22, 23 et 24.

factifs. Les lobes olfactifs ont 0,5 mm. de haut, 1 mm. de large et 0,5 mm. de long. Le nerf olfactif se dirige directement vers le nez où il entre en contact avec l'épithélium des cavités nasales.

Hémisphères. — Les hémisphères cérébraux sont très développés chez *Corydoras*. Ils sont séparés dorsalement par un assez profond sillon qui, par contre, n'existe pas à la face ventrale. Comme c'est le cas chez tous les *Téléostéens*, les hémisphères cérébraux sont striés, le nombre des stries n'étant pas très grand et leur présence peu évidente, particulièrement à la face ventrale; latéralement, elles font défaut. Ces hémisphères sont lisses chez *Clarias angostomus*.

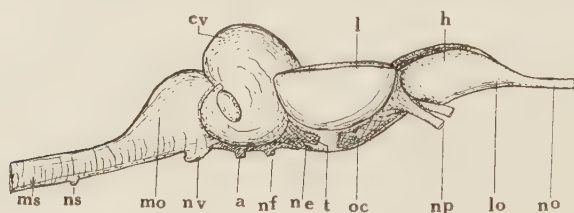


FIGURE 17. — Cerveau (vue latérale).

lensis, c'est l'un des rares *Silures* qui partagent cette caractéristique avec *Corydoras*. D'un point de vue histologique, les cellules ganglionnaires sont nombreuses sur la face médiale (Fig. 18), près des espaces péri-duraux. Elles deviennent moins nombreuses là où les hémisphères s'unissent aux lobes optiques.

La commissure antérieure qui réunit les deux lobes est grande. Comparativement à la zone intérieure, la zone extérieure a peu de noyaux.

Les hémisphères sont ovales et aplatis. Leurs dimensions sont les suivantes : longueur 2,5 mm.; largeur 2 mm.; hauteur 1,5 mm.

Un sillon longitudinal traverse leur face dorsale formant deux lobes comme chez *Clarias lazerae*, *Phreatobius cisternarum*, *Silurus glanis*, etc... Chez certains *Silures*, ce sillon se trouve aussi sur la face ventrale, même lorsqu'il est très difficile de distinguer cette séparation à cause de la commissure transversale.

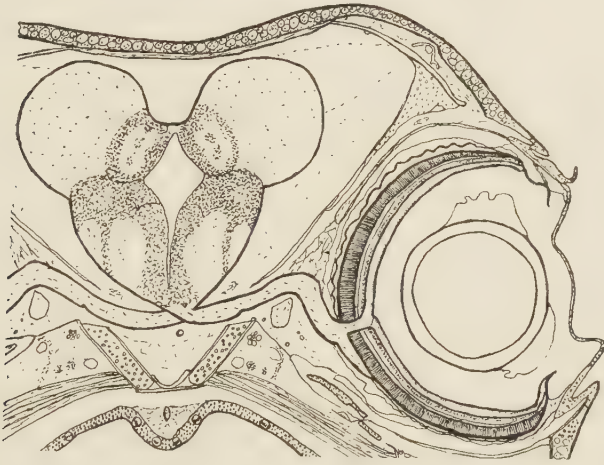


FIGURE 18. — Coupe transversale du cerveau montrant le nerf optique.

Thalamencéphale. — Le thalamencéphale est la partie du cerveau que traversent les fibres du nerf optique. Morphologiquement, il est très difficile de distinguer le thalamencéphale. Les deux nerfs provenant des lobes optiques sont formés de fibres réunies en une sorte de ruban passant latéralement aux lobes optiques, et se dirigeant par la partie antérieure du thalamencéphale vers le chiasma optique.

Le thalamencéphale comprend l'infundibulum et l'hypophyse et les lobes inférieurs, le sac vasculaire, l'épiphyse, la paraphyse. Il est difficile de distinguer l'hypophyse car elle est enfouie dans la zone du *tuber cinereum*. L'épiphyse et la paraphyse semblent faire défaut, et nous n'en avons pas trouvé la moindre trace. Le sac vasculaire, quoique de dimensions réduites, est très évident; il est situé entre les deux lobes inférieurs et il constitue la partie la plus éloignée de la face inférieure du cerveau. Il a 0,5 mm. de long et à peu près autant de large. Les lobes inférieurs forment la partie la plus importante du cerveau dans cette région. Chaque lobe est séparé, dans ses parties médianes et postérieures, du lac vasculaire par un sillon. Vers le haut se trouve le *tuber cinereum* et, sur les côtés, les nerfs oculomoteurs. Les lobes inférieurs ont 1,5 mm. de long et 1 mm. de large.

Les ganglions habénulaires sont considérés comme faisant partie du thalamencéphale. Ils sont très développés chez la plupart des Poissons, présentent une asymétrie caractéristique et ont une grande importance phylogénétique. HOLMGREN (1920) constata que le ganglion gauche est beaucoup plus grand chez les types primitifs tels que *Acipenser*, *Amia*, *Clupea*, *Osmerus*, etc.; il constata le contraire chez les *Téléostéens* supérieurs tels que *Perca*, *Gadus*, *Centronotus*, *Cottus*, etc... Chez *Corydoras*, de même que chez *Ameiurus*, le ganglion droit est plus grand que le gauche.

Mésencéphale. -- Le mésencéphale comprend les lobes optiques (*Tectum opticum*) qui sont très développés chez *Corydoras*; ici, comme chez presque tous les *Téléostéens*, ils forment la partie la plus volumineuse du cerveau. Chez les *Silures*, leurs dimensions varient et, selon MÖLLER (1915), atteint chez *Doras longispinis* le 1/6 de l'encéphale, chez *Ameiurus* le 1/3 et, selon REICHEL (1927), chez *Phreatobius*, le 1/12. Chez *Corydoras*, les lobes optiques ont 1/4 de la longueur de l'encéphale. Leurs dimensions et leur forme varient en conséquence. Chez *Phreatobius* et *Amblyopsis* qui sont des poissons aveugles, les lobes optiques sont atrophiés. Dans leur partie dorsale, les lobes sont légèrement concaves, sur leurs côtés ils sont arrondis, ce qui leur donne l'apparence d'hémisphères pour autant qu'on les regarde de profil, cette partie reposant sur la face ventrale de l'infundibulum et du cervelet (Fig. 17). Sur le devant de la face ventrale, les nerfs optiques se séparent juste au-dessous du *tuber cinereum*; dorsalement, les lobes sont séparés par un sillon continuant celui qui sépare les deux hémisphères cérébraux.

Les coupes montrent que les lobes optiques sont beaucoup plus larges dans leur partie dorsale que dans leur partie ventrale; ce fait est dû à leur forme sphérique; on peut constater aussi que les cellules ganglionnaires sont très nombreuses dans la partie médiane, immédiatement dans le voisinage des ventricles (Fig. 18, 19, 20).

Au point de vue de leur structure intime, on peut diviser les lobes optiques en trois régions :

1. Région externe : — *Stratum zonale*, couche de fibres du nerf optique.

2. Région moyenne : — couche cellulaire.

3. Région profonde : — couche de radiations optiques ou fibres optiques cérébrales.

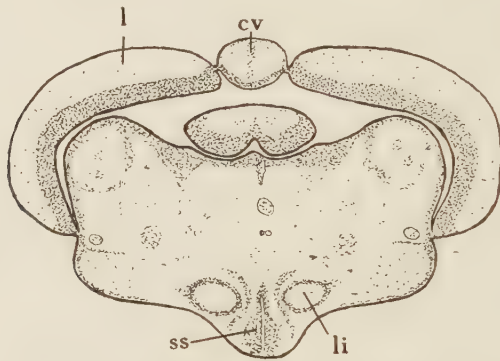


FIGURE 19. — Coupe transversale du cervelet et des lobes optiques.

La région externe consiste en une couche périphérique et une couche interne constituée par les fibres du nerf optique. La couche périphérique ne traverse pas le lobe tout entier, mais seulement certaines parties, ordinairement la portion antérieure. La couche interne est plus épaisse et apparaît presque partout dans les lobes.

La région moyenne, connue aussi sous le nom de zone granulaire, a un grand nombre de noyaux placés très irrégulièrement; il est très difficile de distinguer les deux couches cellulaires qui constituent

cette région. Chez les poissons de plus grande taille, les deux couches cellulaires de la zone moyenne sont aussi irrégulièrement disposées que chez *Corydoras*. RAMSAY (1901) donne à ces deux couches (3^e et 4^e) le nom de couche optique et de couche cellulaire profonde.

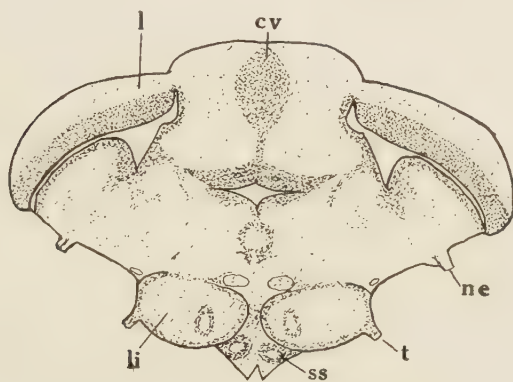


FIGURE 20. — Coupe transversale du cervelet et des lobes optiques montrant les divers nerfs.

La région profonde comprend, d'après RAMSAY (1901), trois couches chez *Amblyopsis*. Chez *Ameiurus*, les fibres de la couche (5^e couche) sont arrangées en de nombreux faisceaux distincts. Chez *Corydoras*, les fibres sont moins nombreuses, sans être disposées en faisceaux, ceci peut être dû au fait que les lobes optiques et le thalamencéphale sont étroitement reliés. RAMSAY dit qu'une partie des fibres se prolonge obliquement, qu'une autre chemine au-dessus du *torus longitudinalis*, passant d'un lobe à l'autre. Nous avons observé une telle disposition chez

Corydoras. Dans la partie la plus interne des lobes se trouve la sixième couche ou couche granulaire. Les faisceaux des fibres optiques cérébrales sont entourés par les noyaux de la couche granulaire. Ces noyaux sont très abondants et, dans certaines régions, ils se touchent presque. Ce grand nombre de noyaux provient du fait que c'est de cette zone que partent les fibres optiques. Une couche épithéliale très mince tapisse les parois du ventricule de ce lobe. Chez *Corydoras*, ces lobes sont parfaitement normaux et ne présentent pas d'atrophie comme chez *Amblyopsis* et *Phreatobius* qui sont des poissons aveugles. Chez ces derniers, GUNTHER constate que la dimension respective des lobes optiques est normale; RAMSAY ne constate qu'un très léger changement de dimensions. Chez bien des Poissons, la dimension des lobes optiques n'est pas en rapport avec l'atrophie de l'œil. Par contre, on constate des changements histologiques dans leur structure. Chez *Corydoras* nous n'avons rien observé de pareil.

Les lobes optiques ont les dimensions suivantes : longueur 3 mm.; largeur 4,5 mm.; hauteur 1,5 mm.

Métencéphale. — Le cervelet (*Cerebellum*) s'étend quelque peu en avant, recouvrant les lobes optiques. Cette disposition est telle chez la plupart des *Silures*. Vu de dos, le métencéphale apparaît tel un losange dont l'un des angles se dirige vers le sillon qui sépare les lobes optiques; l'angle opposé est tourné vers la fosse rhomboïdale. Chez la grande majorité

des *Silures*, le cervelet couvre presque tout le lobe optique et s'étend presque jusqu'aux lobes olfactifs; par contre, chez *Corydoras*, le cervelet couvre environ la moitié de la partie dorsale des lobes optiques.

Histologiquement, le métencéphale présente en son centre de nombreux myélocytes ayant un noyau très visible provenant de la couche granulaire comme, par exemple, chez *Phreatabius*. On peut remarquer (fig. 21) un sinus lymphatique qui vient du ventricule et

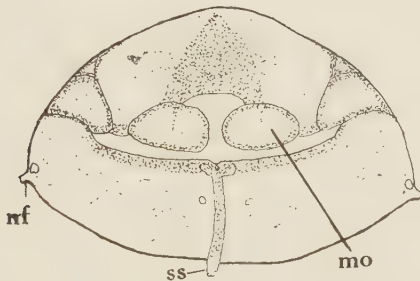


FIGURE 21. — Coupe transversale du cervelet.

qui se dirige vers la partie ventrale. Le ventricule est placé dans la région où le cervelet rencontre la moelle allongée; il continue sans doute le sinus rhomboïdal. Le canal du ventricule est tapissé de cellules qui sont plus nombreuses dans sa région dorsale où elles sont disposées en triangle; plus en avant, le long du canal, elles sont disposées en cercle. Le canal est large au sortir des lobes optiques; à mesure qu'il s'avance vers la moelle allongée, il se rétrécit considérablement. Les cellules de Purkinje, qui se trouvent généralement dans le voisinage de la

couche granulaire, ne sont pas très nettes chez *Corydoras*. L'épaisseur de la couche moléculaire, ou écorce, varie.

A la face ventrale, près des lobes inférieurs et du sinus veineux, apparaissent les nerfs trijumeau et oculomoteur externe. Latéralement, à la hauteur de la moelle allongée, on distingue le nerf facial. Le nerf auditif apparaît à la face ventrale et latérale près de la moelle allongée, tandis que le nerf vague émerge

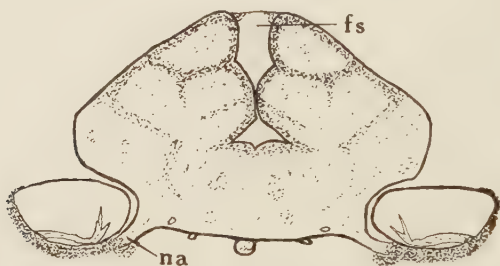


FIGURE 22. — Coupe transversale de la moelle allongée montrant le nerf auditif.

latéralement et plus en arrière. La face dorsale du cervelet ne présente aucune autre caractéristique.

Les dimensions du cervelet sont les suivantes : longueur 2,5 mm.; largeur 3,5 mm.; hauteur 3 mm.

Myélencéphale. — Le myélencéphale est la partie du cerveau qui est située en arrière du métencéphale. Il montre l'invagination de la fosse rhomboïdale qui est assez spacieuse (fig. 15). La moelle allongée n'a pas d'autres caractéristiques, sinon que, sur ses côtés,

émergent les nerfs vagues venant des lobes vagues situés à la face ventrale du métencéphale.

Le côté ventral du myélencéphale présente un sillon longitudinal tandis qu'un sillon dorsal, qui est la continuation de la fosse rhomboïdale, divise la moelle allongée en deux lobes. La moelle allongée est convexe dorsalement, presque plate ventralement; cette forme est typique chez certains *Silures* comme par exemple chez *Ameiurus*, *Phreatobius*, etc.

En coupe, on voit que le canal de l'épendyme est étroit. Les noyaux sont nombreux à la face dorsale, près des fosses rhomboïdales, et aussi sur les côtés; leur nombre diminue dans la région de la moelle épinière; ils persistent cependant autour du canal de l'épendyme et du sillon longitudinal dorsal.

Les dimensions de la moelle allongée sont les suivantes : longueur 2 mm.; largeur 1,5 mm.; hauteur 1 mm.

Moelle épinière. — La moelle épinière ne présente rien de particulier. Son canal est très petit, à peine visible vers sa terminaison. Les noyaux sont nombreux près du sillon longitudinal dorsal. La face ventrale de la moelle épinière présente un très étroit sillon longitudinal; cette face est presque plate par rapport à la face dorsale convexe. Les nerfs spinaux prennent naissance sur les côtés de la face ventrale (fig. 24).

Nerfs craniens.

I. *Les nerfs olfactifs* sont courts. Ils prolongent les extrémités des lobes olfactifs pour se diriger en avant, jusqu'aux capsules nasales qui sont séparées de la cavité cranienne par une très mince lame osseuse (fig. 15, 16 et 17).

II. *Les nerfs optiques* sont bien développés. Ils émergent des lobes optiques situés immédiatement au-dessus du *tuber cinereum* qui masque leur origine apparente. A peu de distance de là, ils s'avancent et se croisent pour former le chiasma optique. Le nerf pénètre latéralement dans l'œil bifurquant à cet endroit pour former deux faisceaux distincts, dont l'un traverse la sclérotique et la choroïde pour s'épanouir et former la rétine, tandis que l'autre ne s'avance pas au delà de la sclérotique (fig. 18). Le nerf optique a environ 6 mm. de long (fig. 16, 17, 18).

III. Le *nerf oculomoteur commun* est faiblement développé. Il vient du côté des lobes inférieurs et du *tuber cinereum* (fig. 16, 17).

IV. Le *nerf pathétique* est difficile à observer. Il fusionne sans doute avec le nerf oculomoteur.

V. Le *nerf trijumeau* est normalement développé. Il apparaît dans le voisinage de l'oculomoteur externe. Il prend naissance vers la partie frontale du cervelet, là où le cervelet est réuni aux lobes optiques (fig. 16, 17, 20).

VI. Le *nerf oculomoteur externe* (N. Abducens) est

un petit nerf qui sort du cerveau dans le voisinage du nerf trijumeau (fig. 16 et 17).

VII. Le *nerf facial* n'a rien de particulier. Il prend naissance au milieu de la face ventrale du cervelet. Ce nerf innerve les organes sensoriels de la peau. A son début, le facial, chez *Corydoras*, est de taille

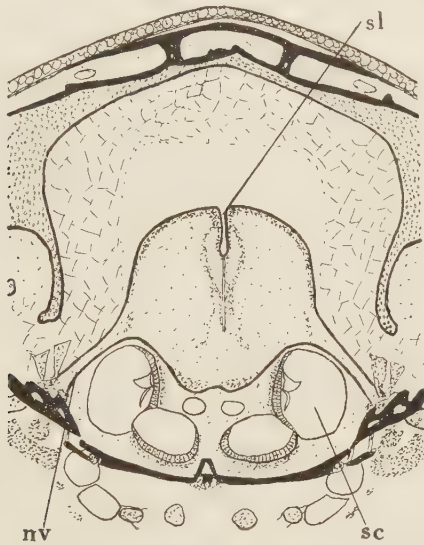


FIGURE 23. — Coupe transversale de la partie postérieure de la moelle allongée montrant le nerf vague.

normale, mais, dans la suite, il s'atrophie puisque le *Corydoras* a si peu d'organes de sens dans la peau (fig. 16, 17 et 21).

VIII. Le *nerf auditif* prend naissance dans la région tout à fait en avant de la moelle allongée, latéralement à sa face ventrale. Dès qu'il entre en contact avec la membrane de l'utricule, il se ramifie, en-

voyant des branches dans les différentes régions de l'oreille interne (fig. 17, 22).

IX. Le *nerf glossopharyngien* a échappé à nos observations, mais il est fort probable qu'il fusionne avec le vague.

X. Le *nerf vague* est très développé et se détache

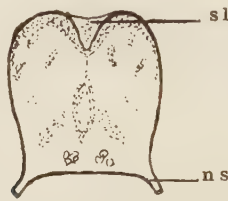


FIGURE 24. — Coupe transversale de la moelle épinière.

de son propre lobe qui est placé sur les côtés de la face ventrale du myélencéphale. Il se divise en deux branches presque dès son origine (fig. 15, 16, 17 et 23).

XI. et XII. Les nerfs onze et douze ne sont pas différenciés.

Nerfs rachidiens. — Les nerfs rachidiens sont très développés, émergent du voisinage du sillon longitudinal ventral et de la moelle épinière et sortent entre les neurapophyses.

CHAPITRE IX

APPAREIL DIGESTIF (Fig. 25).

La bouche est petite et dépourvue de dents; elle contient une langue primitive qui en recouvre le plancher. Il y a de nombreux bourgeons gustatifs. Le pharynx, au fond de la bouche, contient des dents qui sont disposés en deux groupes, situés sur le dernier arc branchial. On trouve trois séries successives de dents de remplacement déjà formées, et qui sont d'assez grande taille par rapport à l'épaisseur de la muqueuse pharyngienne et aux dimensions de l'arc branchial.

L'œsophage est long d'environ 10 mm., sa paroi est épaisse. Il passe dans la ligne médiane à la face dorsale du cœur et du foie, et aboutit à l'estomac à sa face dorso-latérale, près de l'extrémité du grand lobe du foie.

L'estomac, long de 7 mm. et large d'environ 3 mm., est formé de deux parties distinctes : la région cardiale qui est la continuation de l'œsophage et qui occupe environ le tiers de l'estomac, le reste étant formé par la région pylorique. La grande courbure de l'estomac est dirigée en arrière. La partie pylo-

rique présente une ligne de démarcation là où elle passe dans l'intestin.

L'intestin est long d'environ 20 mm. son diamètre a 2 mm. Immédiatement après l'estomac, il augmente de diamètre et se prolonge jusqu'au rectum. A l'endroit où il fait suite à l'estomac, l'intestin présente une dilatation sur une longueur d'environ 2 mm. L'intestin forme une boucle passant sous le foie et l'œsophage pour revenir sur la ligne médiane et aboutir dans le rectum.

Le rectum est très développé chez *Corydoras* où il est presque aussi spacieux que l'estomac. Il est placé sur la ligne médiane, et l'intestin passe au rectum avec une démarcation nette entre ces deux régions. Le rectum a environ 6 mm. de long et un peu moins de 3 mm. de diamètre. Il se termine en une partie rétrécie qui débouche par l'anus. Il est probable que chez *Corydoras* le rectum est d'une importance vitale; son fort développement fait supposer qu'il a d'autres fonctions.

Dans différentes occasions, nos observations nous ont amené à croire qu'il sert d'organe respiratoire accessoire car il contient beaucoup de vaisseaux sanguins et, à la dissection, on y trouve souvent de l'air. Si on place le *Corydoras* dans de l'eau très chaude, il émettra immédiatement des bulles d'air par l'anus mais aucune par la bouche. Ceci prouve que l'air est accumulé dans l'appareil digestif et très probablement dans l'intestin terminal.

Chez *Corydoras*, le foie est très bien développé,

c'est le plus grand organe de la cavité du corps de ce Poisson. Il est formé de deux lobes : un petit lobe placé transversalement et reposant sur la partie dorsale du ventricule, un plus grand lobe se trouvant en arrière du premier. Sur ses côtés, le foie se réunit au plus grand lobe qui entoure la partie cardiale de

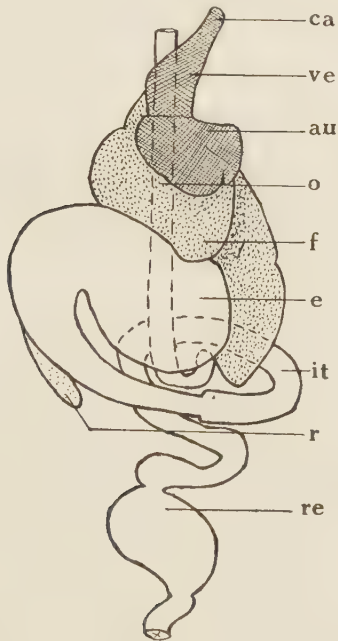


FIGURE 25. — L'appareil digestif et le cœur.

l'estomac et se prolonge jusqu'à l'endroit où l'œsophage y pénètre. Le foie est long de 6 mm., large de 4 mm. et épais de 2 mm.

La rate est une étroite glande allongée, placée sous la partie pylorique de l'estomac, exactement en face du grand lobe du foie. Son extrémité apparaît

sous l'estomac dans la région où ce dernier s'unit à l'intestin.

Le pancréas s'appliquant contre l'estomac et l'intestin, est fort bien développé et montre très clairement sa structure particulière.

CHAPITRE X

APPAREIL RESPIRATOIRE (Fig. 26).

L'appareil respiratoire comprend la région du pharynx, avec les arcs branchiaux.

Le pharynx est une prolongation de la cavité buccale, il a la forme d'un entonnoir; latéralement, se trouvent les fentes et les arcs branchiaux. Ces derniers sont recourbés, à concavité antérieure, le côté convexe étant dirigé en arrière et en dehors. Nous avons observé cette disposition pour les branches des arcs ventraux et dorsaux. Il y a quatre arcs qui diminuent progressivement de longueur d'avant en arrière. Leur dimension varie selon l'âge du Poisson; le premier arc mesure environ la moitié de la hauteur de la tête. Chaque arc branchial a deux rangées de lamelles branchiales finement subdivisées. Ces lamelles branchiales renferment des vaisseaux capillaires qui viennent presque à fleur de la surface. En ce qui concerne les arcs branchiaux, ils sont recouvert du côté de la cavité buccale, souvent en rang serré, de papilles sensorielles. Ces papilles jouent sans doute un rôle important dans le triage de la vase qu'aspire le Poisson pour sa nutrition.

Les arcs branchiaux ou branchies sont situés dans une cavité limitée par l'opercule, l'omoplate, les clavicules et le coracoïde. Cette cavité débouche à l'extérieur par une large fente à gauche et à droite. Les fentes pharyngiennes sont plus grandes que les fentes branchiales externes. Du côté du pharynx, les arcs branchiaux sont soutenus par leur squelette duquel partent de minces rayons cartilagineux soutenant les lamelles branchiales.

Nous n'avons pas pu constater comme c'est le cas chez d'autres *Silures* un organe respiratoire accessoire.

L'oxygénation du sang se fait par l'aspiration régulière d'eau dans la cavité buccale et son expulsion à travers les fentes des branchies et la fente de l'opercule. Pendant l'inspiration, la bouche est ouverte, et par l'extension des parois, la cavité buccale est élargie latéralement; la bouche se remplit d'eau puis se referme. Lors de la contraction des parois latérales de la bouche, l'eau est projetée à l'extérieur à travers les fentes des branchies baignant les lamelles branchiales et sortant par la fente operculaire, en même temps, les clapets à l'intérieur de la fente buccale la ferment hermétiquement.

Chez *Corydoras* la fréquence du rythme respiratoire dépend de la quantité de l'oxygène dans l'eau et de la température. Une déficience d'oxygène rend la respiration rapide, mais nous avons remarqué que, dans une eau presque privée d'oxygène, *Corydoras* ne se sentait pas incommodé; ce fait semblerait parler en faveur d'une accumulation d'air dans d'au-

tres parties du corps afin de compenser cette déficience. Le réservoir d'air pourrait être la vessie natatoire ou l'intestin. C'est comme nous l'avons déjà dit l'intestin terminal qui contient de l'air respiratoire aspiré par la bouche.

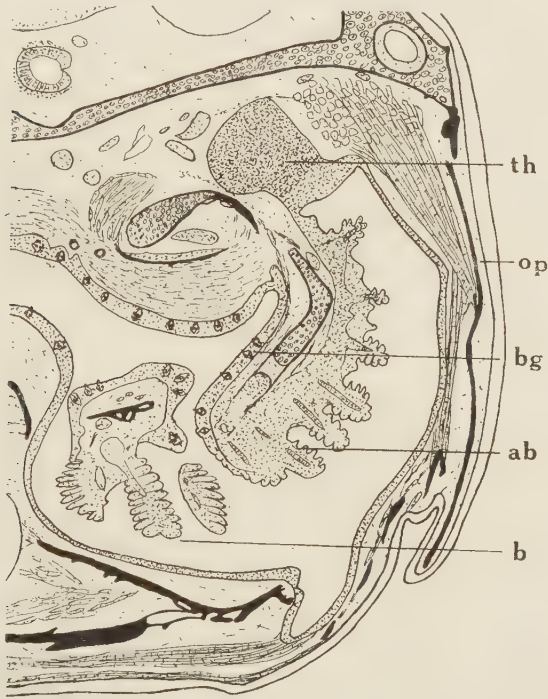


FIGURE 26. — Coupe transversale de l'appareil branchial.

La respiration branchiale de *Corydoras* est accompagnée probablement d'une respiration aérienne, puisque le Poisson vient souvent à la surface pour prendre de l'air.

La vessie natatoire du *Corydoras*, comme nous

l'avons déjà dit, est si pauvre en vaisseaux sanguins qu'elle ne peut être le siège de phénomènes respiratoires. Il est probable que l'intestin a des fonctions respiratoires, puisque le rectum est fort élargi et possède une forte vascularisation. Le grand diamètre de l'intestin pourrait également être dû à une fonction respiratoire. Lorsque le Poisson est exposé à une température élevée, des bulles d'air sont souvent expulsées par l'anus, rarement par la bouche, ce qui prouverait que l'intestin forme un réservoir d'air (voir chapitre IX).

La fonction respiratoire de la peau est forcément très limitée vu qu'elle est peu vascularisée et presque entièrement recouverte d'une cuirasse de plaques osseuses. Nous doutons beaucoup qu'il y ait une respiration cutanée chez *Corydoras*, et, si elle existe, elle doit être minime.

D'une façon générale, nous avons observé qu'en plus de la respiration branchiale, *Corydoras* est obligé d'avoir recours à la respiration intestinale. Généralement, la respiration est rapide; on compte dans des conditions normales environ 100 aspirations par minute. Lorsque le poisson est excité, les aspirations sont si rapides qu'il est presque impossible de les compter.

Corydoras est un Poisson de fond, vivant dans des eaux souillées où l'oxygène est rare, par conséquent la respiration branchiale est souvent insuffisante. Dans ces circonstances, *Corydoras* a recours à la respiration intestinale par l'aspiration de l'air atmosphérique.

Dans des conditions normales, le poisson s'élance très rapidement à la surface, à des intervalles de 3 à 10 minutes, mais nous avons observé qu'il peut rester plus d'une demi-heure sans venir chercher de l'air.

La vessie natatoire n'est pas assez riche en sang pour servir à l'échange d'oxygène et d'autres gaz. Le diamètre du canal pneumatique, en outre, est trop étroit pour laisser entrer ou sortir de grandes quantités de gaz. Il n'est donc pas possible que la vessie natatoire soit un réservoir d'oxygène, et que ce gaz soit expulsé dans l'œsophage par le canal et ensuite dans le pharynx et vers les branchies. Chez deux espèces d'*Hoplosternum* et chez *Callichthys*, la partie de l'intestin située derrière l'estomac et jusqu'au rectum est remplie de gaz et vide de nourriture; cette région est très large, transparente et repliée sur elle-même, comme chez *Corydoras*. Les trois genres de Poissons ci-dessus appartiennent d'ailleurs à une même famille, les *Callichthydæ* qui présentent cette même adaptation respiratoire spéciale. Il est incontestable que cette adaptation caractérise une même direction d'évolution, tandis que tous les autres genres qui leur sont vaguement rattachés ont des appareils respiratoires accessoires situés au-dessus des arcs branchiaux.

Voici des preuves histologiques d'une respiration intestinale chez *Corydoras* :

a) Les couches musculaires intestinales sont peu importantes, de sorte que la paroi est extrêmement mince.

b) La couche de tissus conjonctif est également très mince et très riche en vaisseaux sanguins.

Le tableau suivant, établi d'après DAS (1935), donne le nom des espèces connues chez lesquelles l'intestin sert à la respiration :

Famille : *Cobitidæ*.

1. *Misgurnus fossilis* (Calugareanu, 1907).
2. *Lepidocephalus guntea* (Das, 1935).

Famille : *Doradidæ*.

1. *Doras* (Jobert, 1878).

Famille : *Callichthydæ*.

1. *Callichthys callichthys* (Jobert, 1877; Carter et Beadle, 1931).
2. *Hoplosternum* (Carter et Beadle, 1931).

Famille : *Loricaridæ*.

1. *Ancistrus anisitsi* (Carter et Beadle, 1931).
2. *Hypostomus* ou *Plecostomus plecostomus* (Jobert, 1878; Carter, 1935).

Conclusions.

On ne peut admettre que la vessie natatoire soit un organe de respiration, puisque le diamètre du canal pneumatique n'est pas suffisamment grand pour permettre à l'air d'y entrer ou d'en sortir facilement. D'autre part, un échange direct d'oxygène et de dioxyde de carbone au niveau de la vessie nata-

toire ne peut guère se faire à cause du faible développement des capillaires sanguins de cette région. Le fait que le poisson happe l'air à la surface et que l'on peut observer des bulles d'air sortant par l'anús, et qu'en outre l'intestin est très fortement vascularisé permet de supposer que ce dernier joue le rôle principal dans la respiration accessoire.

Thymus.

En relation intime avec l'appareil branchial, les deux glandes thymiques sont fort bien développées. Elles sont placées à la partie la plus dorsale de la cavité branchiale. Chacune a une forme rectangulaire; sa partie dorsale est dirigée vers la tête et la partie ventrale vers la cavité branchiale. L'une et l'autre glande mesure 486 μ de long et 324 μ de large chez un *Corydoras* de 10 mois.

LISTE DES ABREVIATIONS

- ab = arc branchial.
au = auricle.
b = branchies.
bg = bourgeons gustatifs.
bt = bourgeon terminal.
c = canal pneumatique.
ca = cône artériel.
ce = cellules épithéliales.
cg = cellules à contenu granulaire.
cm = cellules en massue.
co = organe de Corti.
cp = capsule osseuse de la vessie.
cv = cervelet.
e = estomac.
f = foie.
fc = fenêtre de la capsule osseuse.
fl = fossette sensorielle.
fs = fosse rhomboïdale.
g = ganglion nerveux.
h = hémisphère cérébral.
it = intestin.
l = lobe optique.
li = lobes inférieurs.
ll = ligne latérale.
lo = lobe olfactif.
lv = lobe du vague.
m = muscles.
mo = moelle allongée.
ms = moelle épinière.
mv = membrane de la vessie natatoire.

- na = nerf auditif.
ne = nerf oculo moteur externe.
nf = nerf facial.
no = nerf olfactif.
np = nerf optique.
ns = nerf spinal.
nv = nerf vague.
o = œsophage.
oc = nerf oculomoteur commun.
om = oreille moyenne.
op = opercule.
p = pancréas.
pd = plaques dermiques.
r = rate.
re = rectum.
s = sac vitellin.
sc = canal semi-circulaire,
se = sinus endolymphaticus Weberianus.
sl = sillon longitudinal.
ss = sinus sanguin.
sv = sac vasculaire.
t = nerf trijumeau.
tc = tuber cinereum.
th = thymus.
v = vessie natatoire.
ve = ventricule.
w = appareil de Weber.

BIBLIOGRAPHIE

1924. ABOLIN (L.). — The influence of the maximal bowel respiration on the anatomy of the bowel of *Misgurnus fossilis*. *Acta Univ. latv.*, 9, p. 81-110.
1883. ALLIS (E. P.). — The anatomy and development of the lateral line system in *Amia calva*. *Journ. Morph.*, vol. 2, N° 3.
1904. ——— The latero-sensory canal and related bones in fishes. *Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. 21, p. 401-502.
1934. ——— Concerning the course of the latero-sensory canals in recent fishes, prefishes, and *Necturus*. *Journ. Anat. London*, p. 361-415.
1921. ARANDA (F.). — Anatomía comparada de los Siluridos. Zaragoza. Imp. *La Crónica de Aragón*, 124 pages.
1908. BAGLIONI (S.). — Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. I. *Zeitschr. Allgem. Physiol.*, Vol. 8, p. 80.
1910. ——— Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. II. *Zeitschr. Allgem. Physiol.*, Vol. 11, p. 145, 149.
1933. BALLANTYNE. — Air-bladder and Lungs. A contribution to the morphology of the air bladder of Fishes. *Trans. Roy. Soc. Edinb.*, 55, p. 371-394.
1884. BEARD (J.). — On the segmental sense organs of the lateral line, etc. *Zool. Anz.*, Vol. 7, N° 161, p. 123; Vol. 8, N° 192, p. 220.
1926. BERTIN (M. L.). — La ligne latérale des Poissons. *La Pêche illustrée*, N. S., N° 61.
1807. BIOT. — Mémoire sur l'air contenu dans la vessie na-

- tatoire des Poissons. *Mémoire de la Soc. d'Arcueil*, Vol. 1, p. 252.
1883. BJELETSKIJ (N. F.). — La physiologie de la vessie aérienne. *Arb. Naturf. Ges. Charkow*, 17, p. 39-226, 3 pl.
1900. BLOCH (L.). — L. Schwimmblase, Knochenkapsel und Weber'scher. Apparat von *Nemachilus barbatulus* Gunther. *Zeitschr. Naturw., Jena*, Bd. 34 (n. s. 27), p. 1-64.
1904. BÖHME (R.). — Über den Intestinaltractus von *Clarias melanoderma*. *Inaug. Diss. Bern*.
1895. BONNIER (P.). — Sur les fonctions statiques et hydros-tatiques de la vessie natatoire et leurs rapports avec les fonctions labyrinthiques. *C. R. Soc. Biol. Sér. 2*, p. 745-747.
1906. BORLEY (J. O.). — The poison apparatus of the Wee-Ver. *Trans. Norfolk and Norwich Naturalists*, Vol. 8, p. 369.
1916. BOUTAN. — Sur le plan d'équilibre ou de moindre effort des Poissons Téléostéens à vessie natatoire. *C. R. Ac. Sc.*, t. 163, p. 529.
1890. BRIDGE (T. W.). — The air-bladder in certain Siluroid fishes. *Proc. Phil Soc. Birmingham*, 6, p. 131-136.
1900. — The air bladder and its connection with the auditory organ in *Notopterus borneensis*. *Journ. Linn. Soc. London Zool.*, 27, p. 503-540, 2 pl.
1893. BRIDGE (T. W.) et HADDON (A. C.). — Contribution to the anatomy of fishes. II. The air bladder and Weberian ossicles in the Siluroid fishes. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 184, B., p. 65-333.
1894. — Note to the Production of sounds by the air bladder of certain Siluroid Fishes. *Proc. Roy. Soc.* Vol. 55.
1897. BUNKER. — On the structure of the sensory organs of the Lateral Line of *Ameiurus nebulosus*. *Contr. Zool. Labor. Harvard College* N° 77.
1894. BURKHARDT. — Zur vergleichenden Anatomie des Vorderhirns bei Fischen. *Anat. Anz. Bd. 9*, Nr. 12.

1935. CATE (J. T.). — Physiologie des Zentralnervensystems der Fische. *Ergebnisse der Biol. Berlin*, p. 335-409.
1887. CHARBONNEL-SALLE (L.). — Recherches experimentales sur les fonctions hydrostatiques de la vessie natatoire. *Ann. Sc. Nat., Zool.* 7, ser. 2, p. 305-331.
1927. CHRANILOV (N. S.). — Beiträge zur Kenntniss des Weber'schen Apparates der Ostariophysi. I. Vergleichend-anatomische Übersicht der Knochenelemente des Weber'schen Apparates bei Cypriniformes. *Zool. Jahrb. Abt. Anat.* Vol. 49, p. 501-597.
1929. — II. Der Weber'sche Apparat bei Siluriden. *Zool. Jahrb. Abt. Anat.* Vol. 51, p. 323-462.
1895. COLLINGE (W. E.). — The sensory canal system of fishes. II. Teleostei Suborder Physostomi. *Proc., Zool. Soc.*, p. 275-299.
1894. CORNING (H. K.). — Beiträge zur Kenntniss der Wundernetzbildungen in den Schwimmblasen der Teleostier. *Morph. Jahrb.*, 22, p. 79-98, 2 pl.
1935. DAS (B.). — Ecology of an air-breathing Loach, etc. *Congrès Int. de Zoologie*, XII, Vol. II, Lisboa, p. 865-920.
1882. DAVID (J. J.). — Die Lobi inferiores des Teleostier und Ganoiden Gehirns. *Inaug. Diss. Basel*, 48 p.
1880. DAY (F.). — The air-bladder of Fish. *Zoologist*, 3, ser. 4, p. 431-437.
1905. DEINEKA. — Zur Frage über den Bau der Schwimmblase. *Zeitschr. f. Wissensch. Zool.*, 14, p. 184.
1895. DEYL. — Ueber den Sehnerven bei Siluroden und Acanthopsiden. *Anat. Anz.* Bd., 11.
1886. DOGIEL (A. S.). — Ueber den Bau des Geruchsorgans bei Ganoiden, Knochenfischen und Amphibien. *Biol. Centralblatt*, Bd. 6, p. 428-431.
1897. — Ueber die Nervenendigungen in den Geschmacksendknospen der Ganoiden. *Archiv. f. Micr. Anat.*, Bd. 29, p. 769-789.
1890. EIGENMANN (C. H.) et EIGENMANN (R.). — A revision of the South American Nematognathi or Cat-fishes.

Occasional papers of the California Academy of Science, I, 508 pages.

1921. EIGENMANN (C. H.). — The origin and distribution of the genera of the fishes of South America, west of the Maracaibo, Orinoco, Amazon and Titicaca basins. *Proc. Amer. Phil. Soc.*, Vol. 60, N° 1.
1921. — The nature and origin of the fishes of the Pacific slope of Ecuador, Peru and Chile. *Ibid.*, N° 4.
1881. EMERY. — Zur Morphologie der Kopfnieren der Teleostier. *Biol. Central. bl. Jahrg. I.*
1882. — Studi intorno allo sviluppo ed alla morfologia del rene dei Teleostei. *R. Acad. Lincei. Mem.* 13.
1927. FRADE (F.). — Sur la vessie natatoire du *Thunnus obesus*. *Bull. Soc. Portug. Sci. nat.* p. 83-85.
1936. GÉRARD (P.). — Sur l'homologie entre les appareils sensoriels du système latéral et ceux du système vestibulaire, chez les Téléostéens. *Bull. Acad. Belg. Cl. Sci.* p. 447-455.
1866. GOURIET (E.). — Du rôle de la vessie natatoire. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 5, VI, p. 369-382.
1934. GRANEL (F.). — Valeur fonctionnelle de la glande pseudo-branchiale des Téléostéens. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 22, p. 587-589.
1933. GRAY (J.). — Directional control of fish movement. *Proc. Roy. Soc. London.* p. 115-125.
1904. GUYÉNOT (E.). — Contribution à l'étude anatomique et physiologique de la vessie natatoire des Cypri- nides, p. 40.
1905. — Id. *C. R. Soc. Biol.* LVII, p. 794.
1906. — Id. *Mem. Soc. Hist. Nat., Besançon*, p. 39.
1909. — Les fonctions de la vessie natatoire des Poissons Téléostéens. *Bull. Sc. France-Belgique*, XLIII, p. 203-296.
1873. HASSE (J. C.). — Beobachtungen über die Schwimm- blase der Fische. *Anat. Studien*, I, p. 583-610.

1899. HELDER (W.). — Die Panzerwelse (Callichthys). *Blätt. Aquar. Terrar. Freunde*, 10, Jahrg., p. 149-150.
1891. HERRICK (C. J.). — A contribution to the morphology of the brain of bony fishes. *Journ. Comp. Neurol.* N° 1, p. 211-245.
1901. — The cranial nerves and cutaneous sense organs of the North American Siluroid fishes. *Journ. Comp. Neurol.* N° 11, p. 177-249.
1903. — On the morphological and physiological classification of the cutaneous sense organs of the fishes. *Amer. Naturalist*, Vol. 37, p. 313-318.
1876. HERTWIG. — Ueber das Hautskelet der Fische, I. Siluriden und Acipenseriden. *Morph. Jahrb.* Vol. 2.
1907. HOFFER (B.). — Studien über die Hautsinneorgane der Fische. I. Teil : Die Funktion der Seitenorgane bei den Fischen. *Berichte d. k. Bayer. Biolog. Versuchsstation* Bd. I. p. 115-164.
1933. HORA (S. L.). — Respiration in Fishes. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* p. 538-560
1935. — Modification of the swim-bladder in certain air-breathing fishes of India. *Curr. Sci. Bangalore*, p. 336-338.
1932. JACOBS (W.). — Untersuchungen zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. II. Die Volumregulation in der Schwimmblase des Flussbarsches. *Z. vergl. Physiol.*, p. 125-156, 4 figs.
1894. JACQUET (M.). — Recherches sur la Vessie natatoire des Loches d'Europe. *Rev. Suisse. Zool.*, T. 2, fasc. 4.
1898. — L'Anatomie et l'histologie du Silurus glanis. *L. Arch. Sci. Med. Bucarest*, p. 101-152.
1903. JAEGER. — Die Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Arch. Ges. Physiol.*, XCIV, p. 65-138.
1907. — Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Anat. Anz.*, XXX, p. 588-591.
1878. JOBERT. — Recherches anatomiques et physiologiques pour servir à l'histoire de la respiration chez les Poissons. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, VI-VII, 7 pl.
1899. JUGE (M.). — Recherches sur les nerfs cérébraux et la

- musculature céphalique du *Silurus glanis*. *Rev. Suisse. Zool.*, T. 6, fasc. 1, Genève.
1853. KNER. — Ueber einige Sexualunterschiede bei der Gattung *Callichthys* und die Schwimmblase bei *Doras C. Val.* *Sitzungsber. k. Akad. Wiss. mat. nat. Cl. Bd. II. Heft I.* Wien.
1932. KOKAS (E.). — Über die physiologische Bedeutung des Weber'schen Apparates bei einigen Cyprinoiden. *Zool. Jahrb. Jena. (Allg. Zool.)* p. 179-190.
1914. KUIPER (A.). — De functie van de zweemblass by eenige onzer zoltwater visschen. *Amsterdam* 169 p., 8 pl.
1907. LANDACRE. — On the Place and Method of Distribution of the Taste Buds in *Ameiurus melas*. *Journ. comp. Neurol. Psychol.* Vol. 17.
1935. LATHAM (A.). — The *Corydoras*. *Exotic Aquarium Fishes by Innes Publishing Co., Phila.*, p. 219-222.
1929. LEDEBUR (J.). — Beiträge zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Zeitsch. f. Vergl. Physiol.*, VIII, p. 445.
1873. LEYDIG (F.). — Anatomische Untersuchungen über Fische und Reptilien. *Berlin*.
1879. ——— Neue Beiträge zur anatomischen Kenntniss der Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische. *Festschrift der Naturforsch. Ges. Halle*.
1895. ——— Integument und Hautsinnesorgane der Knochenfische. *Zool. Abt. Anat. Anz.*, Vol. 8, p. 1 157. 7 pl.
1890. LIEBREICH (O.). — Betrachtungen über die physikalische Eigenschaft der Schwimmblase der Fische. *Arch. Anat. Physiol. (Physiol. Abt.)* 189, p. 142-161.
1890. ——— Über die physikalische Function der Schwimmblase bei Fischen. *Arch. Anat. Physiol. (Physiol. Abt.)*, p. 360-365.
1868. LLOYD (J.). — The air, or swim-bladder of Fishes. *Trans. Woolhope. Nat. Field Club.* p. 133-144.
1894. LUNDBORG (H.). — Die Entwicklung der Hypophysis und des Saccus vasculosus bei Knochenfischen und Amphibien. *Zool. Jahrb.*, Bd. 7, p. 667.

1884. MACALLUM. — Alimentary canal, Liver, Pancreas and Airbladder of *Amiurus catus*. *Proc. Canadian Institute Toronto*, Vol. 2.
1935. MEIERHANS (J.). — Vessie natatoire et canal pneumatique chez les poissons Cyprinides. *C. R. Soc. Phys. Nat. Genève* (5) 17, p. 62-64.
1915. MÖLLER (C.). — Zur vergleichenden Anatomie der Siluriden. *Thèse Neuchâtel*, p. 150.
1866. MONOYER (M.). — Recherches expérimentales sur l'équilibre et la locomotion des Poissons. *Ann. Sc. Nat. Zool.* VI, p. 5-15.
1875. MOREAU (F. A.). — La vessie natatoire considérée comme appareil hydrostatique. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 19-22; *Journ. Phys.*, IV, p. 305-307.
1875. — — Fonctions hydrostatiques de la vessie natatoire. *C. R. Ac. Sc.*, p. 77-85; *Rev. Scient.* IX, p. 217-220.
1879. — — Fait relatif à la fonction hydrostatique de la vessie natatoire. *C. R. Soc. Biol. Paris*, II, ser. 4, p. 228-229.
1885. MORRIS (C. H.). — On the air-bladder of fishes. *Proc. Acad. Nat. Sc. Phila.* p. 124-135.
1929. MUCHINA. — Eine vergleichend histologische Untersuchung des Baues der Schwimmblasen. *Bull. Inst. Rech. Biol. Perm.*, 6, p. 409-424.
1914. OPPEL (A.). — Lehrbuch der vergleichenden Mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. VIII. *Jena*.
1932. OSTERHAGE (K. H.). — Morphologische und physiologische Studien an Pigmentzellen der Fische. *Z. mikr. anat. Forsch. Leipzig*, p. 551-598.
1905. OXNER (M.). — Ueber die Kolbenzellen in der Epidermis der Fische, ihre Form, Verteilung, Entstehung und Bedeutung. *Inaug. Diss. Jena*, 60 p.
1907. PAWLOSZY (E.). — Zur Anatomie der Epidermis und ihrer Drüsen bei giftigen Fischen. *Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St-Petersbourg*, Vol. 38, p. 265-283.
1909. — — Sur les glandes cutanées des poissons veni-

- meux. *Militärmediz. Akademie St-Petersbourg*. Vol. 18.
1914. — Über den Bau der Giftdrüsen bei *Plotosus* und anderen Fischen. *Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog.* Bd. p. 427-440.
1922. PHISALIX (M.). — Animaux Venimeux et Venins. Paris.
1903. PERRIER (E.). — *Traité de Zoologie. Fas. VI. Poissons. Paris.*
1892. POLLARD (H. B.). — The lateral line system in Silurids. *Zool. Jahrb.*, Bd. 5, p. 525-551.
1905. PORTA (A.). — Ricerche anatomiche sull'apparecchio velenifero di alcuni pesci. *Anat. Anz.*, Bd. 26, p. 232-247.
1933. POWERS (E. B.). — The relation of respiration of fishes to environment. *J. Tenn. Acad. Sci.* 4, p. 37-375.
1906. PRINCE (E. E.). — The swim-bladder of Fishes a degenerate gland. *Proc. Nova Scotian Inst. Nat. Sci.*, XI, p. 199-226, 4 pl.
1935. RABAUD (E.) et VERRIER (M. L.). — Recherches sur la Vessie Natatoire. *Bull. Biolog. France-Belgique*, Tome LXIX, p. 46-136, 7 figures.
1907. RAUTHER (M.). — Einige Beobachtungen über die Hautdrüsen der Siluriden. *Ber. oberhess. Ges. Nat. Heilk. Giessen naturw. Abt. N. F.*, Bd. I.
1923. — Zur vergleichenden Anatomie der Schwimmblase der Fische. *Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie, Giessen.*
- 1933-37. — Echte Fische Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Vol. 6, Abt 1.
1900. REED (H. D.). — The structure of the Poison Glands of *Schilbeodes gyrimus*. *Proc. Amer. Ass. Adv. Sc.* Vol. 12.
1907. — The poison glands of *Noturus* and *Schilbeodes*. *Amer. Natural.* Vol. 41.
1924. — The Morphology of the Dermal Glands in Nematognathous Fishes. *Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol.* Band XXIV. Stuttgart, p. 227-270.

1927. REICHEL (M.). — Etude anatomique du Phreatobius cisternarum. *Rev. Suisse Zool.*, vol. 24, p. 285-403.
1905. REISS (K.). — Contribution à la morphologie des ossicules de Weber et de la vessie natatoire chez les Siluroides. *Bull. Inter. Acad. Sc. Cracovie*, p. 220-229.
1859. REISSNER. — Über die Schwimmblase und den Gehörapparat einiger Siluroiden. *Arch. Anat. Physiol.*, p. 421-438.
1895. RICHARD (J.). — Sur les gaz de la vessie natatoire des Poissons. *C. R. Ac. Sc.*, CXX, p. 745.
1891. SAGEMEHL (M.). — Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Fisches. *Morph. Jahrb.*, XIV.
1937. SATO (M.). — Histological observations on the barbels of fishes. *Sc. Reports Tohoku Imperial Univ. Japon*, Vol. XII, N° 2, p. 265-276.
1934. SCHREIBER (B.). — I rapporti fra l'apparato di Weber et la secrezione gassosa nei Ciprinidi. *Boll. di Zool.*, V, p. 87-93.
1928. SMITH (G. M.). — The mechanism of intake and outflow of fluids in the lateral line canal of fishes. *Anat. Rec. Phila.*, p. 365-371.
1890. SORENSEN (W.). — Am forbeminger i swemmeblaeren... hos Siluroiderne. *Vid. Selsk. Skrifter Kjobenhavn*, VI, p. 67-152, 3 pl.
1894. — A contribution to the biology of Fishes. *Journ. of Anat. and Physiol.*, Vol. 29.
1914. STEINMANN (P.). — Untersuchungen über die Rheotaxis der Fische. *Verh. d. deutsch. zool. Ges. Freiburg i. B.*, p. 278-290.
1914. — Ueber die Bedeutung des Labyrinthes und der Seitenorgane für die Rheotaxis und die Beibehaltung der Bewegungsrichtung bei Fischen und Amphibien. *Verh. naturforsch. Ges. Basel*, Bd. 25, p. 212-243.
1932. STORK (H. A.). — Zur Homologiefrage der Teleostierpseudobranchie. *Zool. Jahrb. Anat. Jena.*, p. 505-554.

1934. STOYE (F. H.). — Le « Fouilleur », *Corydoras paleatus*. *Aquarium*, N° 11, Paris, p. 161-162.
1906. THILO (O.). — Die Luftwege der Schwimmblase. *Zool. Anz.*, Bd. 30, p. 591-604.
1908. — Die Bedeutung der Weber'schen Knöchelchen. *Zool. Anz.*, Bd. 32, p. 777-789.
1908. — Die Entwicklung der Schwimmblase bei den Karpfen. *Zool. Anz.*, Bd. 32, p. 589-597.
1913. — Verknöcherte Schwimmblasen. *Zool. Anz.*, Bd. 41, p. 289-298.
1889. TRAUBE-MANGARINI. — Über die Gase in der Schwimmblase der Fische. *Arch. f. Anat. Physiol. Abtheil.*
1898. VAILLANT. — Sur la structure du tégument chez le *Synodontis schalli*. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris.
1932. WASSENETZOV (W.). — Über die Morphologie der Schwimmblase. *Zool. Jahrb. Jena*, 56, p. 1-36, 34 fig.
1890. WEBER (E.). — Eigentümliche Lagerung der Leber und Niere bei Siluroiden. *Zool. Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Ostindien*, Leyden..
1910. WEGENER (T.). — Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Zeitsch. Allg. Physiol.*, X, p. 249-272.
1875. WILDER (B. G.). — Observations in *Amia* and *Lepidosteus*. *Proc. Amer. Ass. Adv. Sci.*, p. 15, *ibid* 1877, p. 306.
1884. WRIGHT-RAMSAY. — On the skin and cutaneous sense organs of *Amiurus*. *Proc. Canadian Inst. New Series*, II, Toronto.
1884. — The relation of the air-bladder and auditory organ in *Amiurus catus*. *Zool. Anz. Bd.*
1884. — On the Nervous System and the Sense Organs of *Amiurus*. *Proc. Can. Inst. New Series* II, Toronto.
1886. — On the skull and auditory organ of the Siluroid *Hypothalmus*. *Mém. et comp. rend. de la Soc. Roy. du Canada*, T. III, Sect. IV.
1903. ZANDER. — Studien über Kiemenfilter bei Süsswasserfischen. *Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie* 75, Leipzig.

